BULLETIN du MUSÉUM NATIONAL d'HISTOIRE NATURELLE

PUBLICATION BIMESTRIELLE

écologie générale

1

N° 118 JANVIER-FÉVRIER 1973

BULLETIN
du
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

57, rue Cuvier, 75005 Paris

Directeur : Pr M. Vachon.

Comité directeur : Prs Y. Le Grand, C. Lévi, J. Dorst.

Rédacteur général : Dr. M.-L. Bauchot.

Secrétaire de rédaction : Mme P. Dupérier.

Conseiller pour l'illustration : Dr. N. Hallé.

Le *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, revue bimestrielle, paraît depuis 1895 et publie des travaux originaux relatifs aux diverses branches de la Science.

Les tomes 1 à 34 (1895-1928), constituant la 1re série, et les tomes 35 à 42 (1929-1970), constituant la 2e série, étaient formés de fascicules regroupant des articles divers.

A partir de 1971, le *Bulletin* 3e série est divisé en six sections (Zoologie — Botanique — Sciences de la Terre — Sciences de l'Homme — Sciences physico-chimiques — Écologie générale) et les articles paraissent, en principe, par fascicules séparés.

S'adresser :

— pour les **échanges,** à la Bibliothèque centrale du Muséum national d'Histoire naturelle, 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris (C.C.P., Paris 9062-62) ;

— pour les **abonnements** et les **achats au numéro,** à la Librairie du Muséum 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris (C.C.P., Paris 17591-12 — Crédit Lyonnais, agence Y-425) ;

— pour tout ce qui concerne la **rédaction,** au Secrétariat du *Bulletin*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris.

Abonnements pour l'année 1973

Abonnement général : France, 360 F ; Étranger, 396 F.
Zoologie : France, 250 F ; Étranger, 275 F.
Sciences de la Terre : France, 60 F ; Étranger, 66 F.
Écologie générale : France, 60 F ; Étranger, 66 F.
Botanique : France, 60 F ; Étranger, 66 F.
Sciences physico-chimiques : France, 15 F ; Étranger, 16 F.

International Standard Serial Number (ISSN) : 0027-4070.

BULLETIN DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
3e série, n° 118, janvier-février 1973, Écologie générale 1

Étude des écosystèmes montagnards dans la région malgache.
II. Les chaînes Anosyennes.
Géomorphologie, climatologie et groupements végétaux.
(Campagne RCP 225, 1971-1972)

par R. Paulian, Ch. Blanc, J.-L. Guillaumet,
J.-M. Betsch, P. Griveaud et A. Peyrieras *

Résumé. — La deuxième campagne de la RCP 225 du Centre national de la Recherche scientifique a porté sur l'étude des chaînes Anosyennes, dans le sud-est de Madagascar.

Elle a poursuivi l'étude des écosystèmes montagnards de la région malgache dans le même esprit que pour le massif de l'Andringitra : géomorphologie, climatologie générale, microclimatologie, description physionomique et floristique des formations végétales, supports de l'étude taxonomique puis biocénotique (zoologique et botanique) à plus longue échéance.

Du point de vue botanique au moins, il est établi maintenant qu'il n'existe pas d'étage de haute montagne à Madagascar ; ce sont les caractères physiques des sommets qui ont permis leur colonisation par des plantes de haute montagne.

Abstract. — The second field work campaign of the 225 RCP of the French National Research Center covered the Anosyan range in SE Madagascar.

It carried on the study of high altitude ecosystems of Madagascar along the same lines as the first one in the Andringitra range ; studying geomorphology, general and microclimatology, physionomic and floristic survey of the vegetation, considered as a necessary basis for the study of the taxonomical and ecological biocenotic studies of the fauna and flora to be carried out later on the basis of the material collected.

On a botanical basis it is now established that Madagascar does not show a high altitude vegetational strata ; the physical characters of the upper mountain range are responsible for the presence of some taxa belonging to this strata.

---

* R. Paulian, *Recteur de l'Académie de Bordeaux, responsable de la RCP 225, 29, cours d'Albret, 33000 Bordeaux.*

Ch. Blanc, *Laboratoire de Zoogéographie, Université Paul Valéry, B.P. 5043, 34032 Montpellier-Cedex.*

J.-L. Guillaumet, *Centre ORSTOM, Laboratoire de Botanique, B.P. 434, Tananarive, Madagascar.*

J.-M. Betsch, *Muséum national d'Histoire naturelle, Laboratoire d'Écologie générale, 4, avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy.*

P. Griveaud et A. Peyrieras, *Centre ORSTOM, Laboratoire d'Entomologie agricole, B.P. 434, Tananarive, Madagascar.*

SOMMAIRE

Introduction 4

I. Historique 5

II. Géographie du massif 6

A. — Situation et allure générale 6

B. — Géologie et géomorphologie 9
1. Structure générale 9
2. Nature des roches 10
3. Fracturation 10

III. Climatologie générale 11

A. — Postes d'observation 11

B. — Données climatologiques 12
1. Pluviométrie 12
2. Températures 15

C. — Climats stationnels 16
1. Diagrammes ombrothermiques 17
2. Climatogrammes pluviothermiques 18
3. Comparaison des climats stationnels 19

D. — Observations sur les hauts sommets 19

IV. Étude microclimatique 21

A. — Biotopes terrestres 21
1. Forêt dense humide de moyenne altitude 21
2. Dalles rocheuses 23

B. — Biotopes aquatiques et humides 23
1. Températures 23
2. pH 26

V. Groupements végétaux 27

A. — Étage de basse altitude 27

B. — Étage de moyenne altitude 28

C. — Étage de montagne 30
1. Forêt dense humide de montagne à Bambous 30
2. Forêt dense humide de montagne 30
3. Forêt dense sclérophylle et fourré arbustif 31
4. Végétation rupicole 33
5. Végétation liée à l'eau 33
6. Destruction des formations du sommet 34

D. — Conclusions 34

VI. Collectes 37

A. — Groupes zoologiques 37

B. — Localisation 39

Références bibliographiques 40

Introduction

La deuxième campagne de la Recherche Coopérative sur Programme n° 225 du CNRS a été consacrée en partie à l'étude des chaînes Anosyennes, dans le sud-est de Madagascar. Cette chaîne très ancienne ne présente pas de formations de rocher nu de grand développement comme dans l'Andringitra ; de plus, sa position, au sud du Tropique du Capricorne, permet d'intéressantes comparaisons avec les massifs du nord de l'île, Tsaratanana et Marojézy, situés aux environs de 14° à 15° de latitude sud. Enfin, la proximité de la côte orientale en fait un terrain de choix pour l'étude de l'étagement des formations climaciques orientales.

Dans ce second rapport, nous nous référerons sans cesse à l'article introductif de la première campagne, dans le massif de l'Andringitra. Dans la mesure du possible, nous donnerons seulement les éléments différenciels.

La deuxième campagne a réuni les mêmes disciplines et a basé son étude sur les mêmes méthodes. Nous avons pourtant ajouté quelques éléments ; en particulier, des prélèvements de sol ont été effectués (les résultats ne figurent pas dans cet article, mais seront inclus dans un travail de synthèse sur certains sols d'altitude).

I. HISTORIQUE

Dans l'extrême sud-est de Madagascar, le relief longitudinal qui, depuis le fond de la baie d'Antongil, sépare la plaine côtière orientale des hauts plateaux, tend à s'abaisser quelque peu puisqu'il atteint à peine 2 000 m d'altitude. Mais à ces latitudes élevées la falaise est remplacée par une chaîne, car la zone occidentale s'est elle-même considérablement abaissée au sud d'Ihosy. La partie la plus marquante de ce relief, formant les chaînes Anosyennes, se situe à l'extrémité méridionale de l'ensemble et se termine par le pic Saint-Louis, qui culmine à 634 m au-dessus de Fort-Dauphin. Elle est formée de roches granitiques et gneissiques et s'oppose ainsi aux massifs volcaniques voisins de Tsivory.

Deux massifs voisins, l'Itrafanaomby au nord et l'Andohahelo au sud, culminent vers 2 000 m et présentent l'intérêt exceptionnel d'offrir, sur un développement d'une cinquantaine de kilomètres, et juxtaposés en une mosaïque complexe dont le détail est commandé par le jeu des microclimats, les types de végétation caractéristiques des deux régions malgaches et de quatre de ses cinq domaines floristiques. Même si, pour chacun de ces domaines, la végétation correspond à un secteur particulier austro-oriental, cette juxtaposition offre aux naturalistes un champ d'intérêt exceptionnel, encore renforcé par l'extrême ancienneté des reliefs.

Mais l'éloignement, les difficultés d'accès en bonne saison (saison des pluies) et le peu de dynamisme des porteurs antanosy ont contribué à écarter ce massif des itinéraires des naturalistes.

Les deux premières campagnes (1928, 1933-1934) sont dues au Professeur H. Humbert qui découvrit le massif, en comprit l'exceptionnel intérêt et en fit classer 30 000 hectares en une Réserve naturelle intégrale, sous le n° XI, après une exploration à laquelle fut associé le Conservateur des Forêts Coudreau.

Les explorations de H. Humbert furent exclusivement consacrées à la flore et aboutirent à la fois à la reconnaissance des formations principales et à la découverte d'endémiques peu nombreux, mais d'un intérêt exceptionnel, en particulier deux *Aster* proches de formes australiennes et andines, curieusement représentées à Sainte-Hélène, un *Restio* et un *Pelargonium* austro-africains, en altitude, et un étonnant *Neodypsis* tristique localisé sur quelques kilomètres carrés seulement des pentes inférieures.

D'autres campagnes botaniques ou forestières eurent lieu par la suite, dues à G. Cours-Darne et à Capuron, mais ne semblent pas avoir fait l'objet d'études particulières. Il en va de même des reconnaissances et explorations de P. Sabouraud qui ont assuré la délimitation de la réserve, une exacte définition de sa surface et une protection de ses abords.

Les géologues parcoururent le massif, de Besairie, avant 1944, à G. Noizet, H. de la Roche, J. Marchal et G. Bazot, jusqu'en 1971, mais surtout de 1953 à 1958.

Ces prospections ont permis la publication des cartes géologiques de la région et d'études géologiques, minéralogiques et géochimiques.

R. Battistini eut l'occasion de visiter le massif en géographe et d'en reprendre les caractères dans sa thèse.

La seule campagne zoologique eut lieu en janvier-février 1954. Pendant quinze jours, une exploration, interrompue par une queue de cyclone, permit à R. Paulian et J. Arnoult de reconnaître les peuplements forestiers des vallées supérieures de la face ouest, et la zone sommitale de l'Andohahelo sud, à partir du village de Berohanga.

Les difficultés de portage n'avaient permis de monter qu'un camp léger sur la croupe supérieure et limitèrent les chasses de nuit à l'emploi de lampes Petromax.

Malgré sa brièveté, la campagne permit de découvrir de nombreux endémiques dans des groupes très divers, remarquables souvent par leurs affinités austro-africaines (*Brachynillus*, etc.) ou par leur caractère orophile, surprenant à des altitudes relativement basses. La campagne avait permis d'exploiter un lambeau de forêt de montagne sur la croupe sommitale, les galeries forestières garnissant le cours des ruisseaux creusant des gorges sur la face ouest du massif, les fourrés à *Philippia* et la prairie du sommet, et de découvrir, dans les fentes des rochers culminants, un Batracien qui pond dans le sol et se tient au-dessus des œufs pendant leur développement.

Les matériaux récoltés n'avaient été que partiellement exploités ; on peut citer les études de R. Jeannel, E. Séguy, Herbulot et de Toulgoet.

Au cours de la deuxième année de la RCP 225, les recherches ont porté, en novembre-décembre 1971, sur la partie nord des chaînes Anosyennes, atteintes par le versant est depuis Manantenina et exploitées jusqu'à la crête à 1 950 m, puis en mai 1972 sur la partie sud exploitée par le versant ouest. Une campagne de reconnaissance avait été entreprise en juillet 1971 afin de repérer les voies d'accès possibles à la crête de la partie nord, apparemment vierge bien que fréquentée, par le versant ouest, par les zébus.

L'approche de la zone sommitale, pendant 4 jours, se fait par la vallée très encaissée de la Mananjary, puis par celle de la Ranomandry. Ce n'est que le cinquième jour qu'un passage dans la falaise permet de passer de 1 000 m (camp 5) à 1 900 m (camps 6 et 7). Toutes les formations d'altitude, forêt de montagne, fourré arbustif, végétation rupicole, étaient accessibles depuis les camps de la zone sommitale, installés en bordure de la cuvette comprise entre les différents sommets.

II. GÉOGRAPHIE DU MASSIF

On se limitera à mettre en évidence quelques-uns des caractères morphologiques de ce massif parmi les plus importants pour la compréhension de son peuplement, et à montrer comment les données de la géologie permettent de les expliquer.

A. — Situation et allure générale
(Fig. 1 et 2)

Le système des chaînes Anosyennes, au sens large du terme, s'étend dans l'extrême sud-est de Madagascar sur environ 140 km de long, approximativement entre 24° et 25°, latitude sud. Ce massif est le prolongement topographique, au sud de la vallée de l'Isandra, du massif de Midongy du sud.

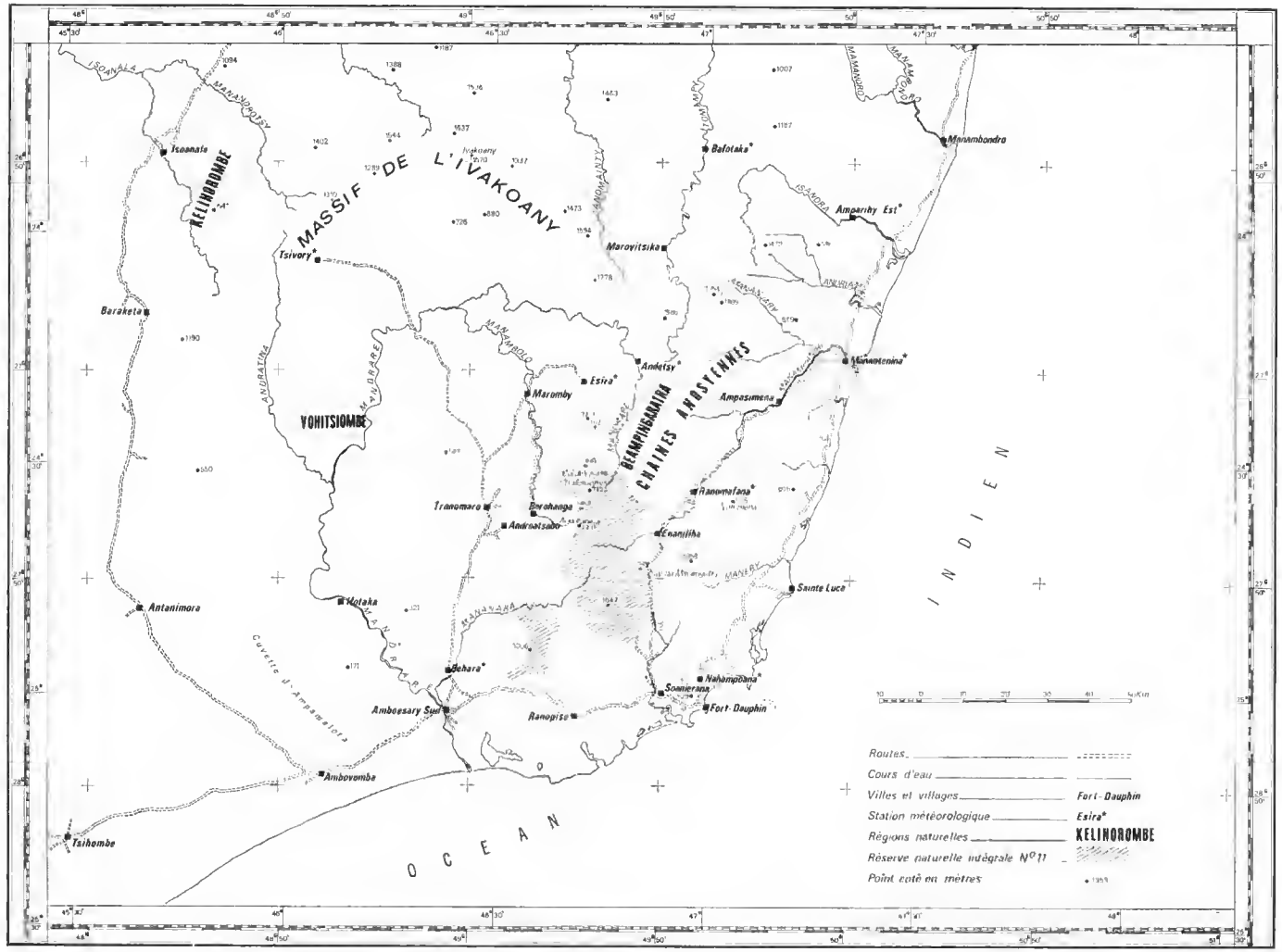

FIG. 1. — Situation géographique du massif des chaînes Anosyennes, d'après la carte routière au 1/100 000.

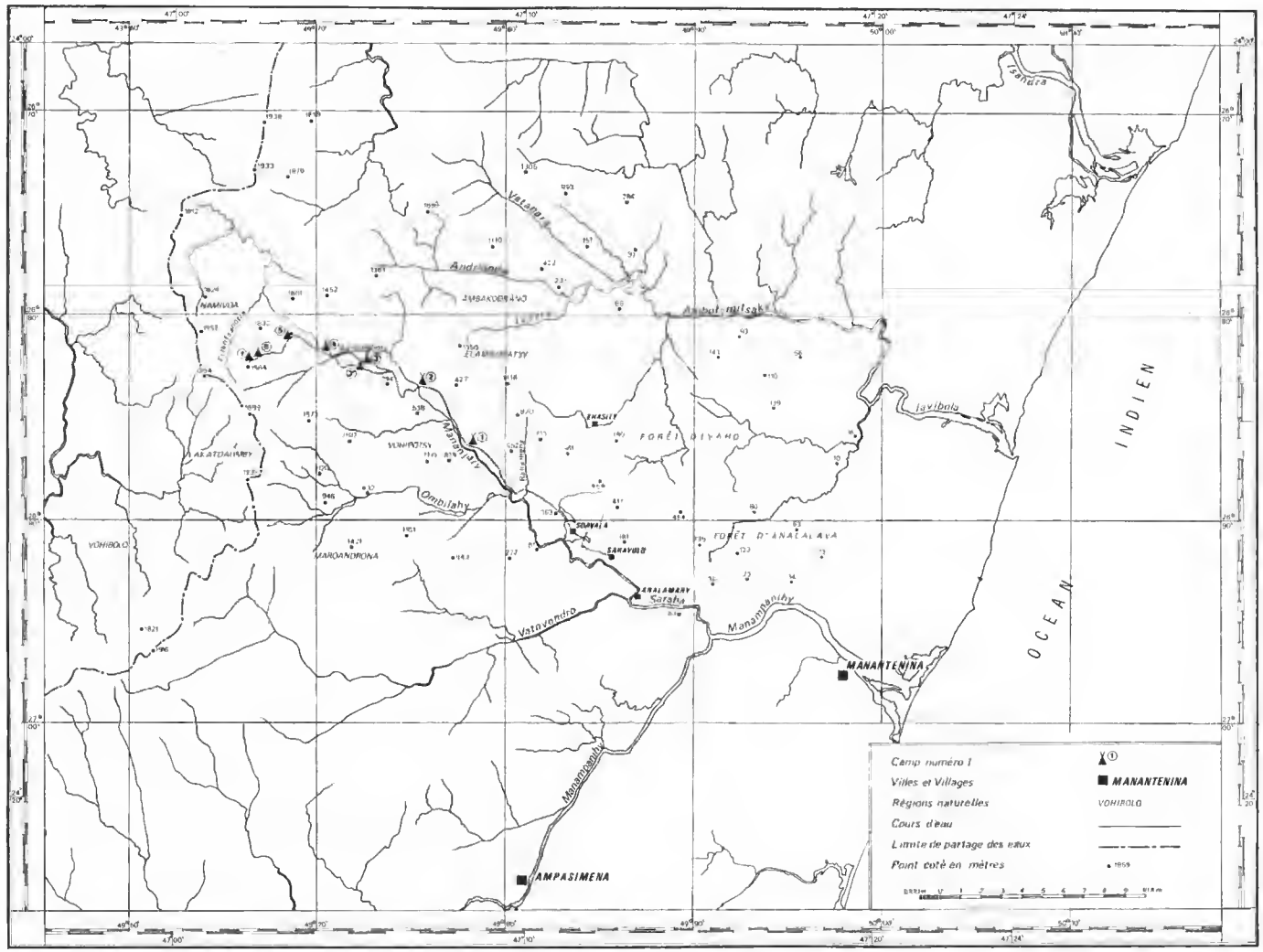

FIG. 2. — Itinéraire suivi lors des missions de reconnaissance (juillet 1971) et de recherche (novembre 1971), d'après la carte au 1/100 000 de Madagascar.

Il est formé de deux axes principaux, parallèles, de direction N-NE. La chaîne côtière est moins élevée et beaucoup plus courte que la chaîne interne. Les deux chaînes se raccordent au niveau du col du Manangotry qui sépare les dépressions de Ranomafana au nord et d'Ifarantsa au sud.

La retombée du massif est brutale vers la côte est, la frange côtière variant entre 5 et 15 km de largeur. Les dénivellations sont beaucoup moins accusées vers l'ouest. Au sud du Beampingaratra (région centrale de la chaîne interne), le flanc ouest plonge sur le bassin du Mandrare (plaines de Tranomaro) et de la Mananara par une série de contreforts. Ces reliefs appartiennent au Rebord Manambien. Ils sont le prolongement méridional du massif de l'Ivakoany, qui se déploie vers l'ouest en un vaste demi-cercle de 100 km de diamètre et se raccorde aux chaînes Anosyennes à la hauteur du Beampingaratra, à l'ouest du cours supérieur du Mandrare. Cette vallée, de direction S-N, constitue le prolongement méridional ultime des vastes plateaux Bara qui forment la retombée occidentale, très progressive, de toute la partie nord des chaînes Anosyennes.

Le réseau hydrographique reflète la morphologie complexe de ce massif.

Les rivières orientales, très nombreuses, sont approximativement perpendiculaires à la côte, à l'exception de la Manampanihy qui draîne la dépression de Ranomafana. La pente dans le cours supérieur de ces rivières est particulièrement accusée.

A l'ouest, le réseau hydrographique sur les plateaux Bara, et même au sud du massif de l'Ivakoany dans la partie orientale du bassin du Mandrare, est fondamentalement dirigé du sud vers le nord. C'est le cas des cours supérieurs du Mandrare et du Manambolo, bien que le drainage définitif dans le bassin du Mandrare soit exactement inverse.

Par ailleurs, l'existence dans le tracé hydrographique d'orientations privilégiées et de nombreux décrochements laisse supposer l'existence d'une importante fracturation.

Ces considérations donnent une idée du compartimentage très complexe dans les chaînes Anosyennes. La géologie contribue à éclairer ces structures.

B. — Géologie et géomorphologie [1]

1. Structure générale

L'ensemble de ce massif doit être interprété comme faisant partie intégrante d'une vaste pénéplaine, d'âge probable crétacé.

Cette pénéplaine a été reprise par une érosion venant du nord, consécutive à la création de la plaine de Ranotsara. Ainsi les rivières de direction S-N, comme l'Itomampy, se sont-elles enfoncées sur place, par surimposition. L'augmentation régulière du nord au sud des altitudes maximales laisse supposer que le plateau Bara a dû s'étendre beaucoup plus loin vers le sud qu'il ne le fait actuellement. L'érosion dans le bassin du Mandrare fait reculer progressivement vers le nord le Rebord Manambien. Le tracé de ce fleuve, qui s'explique par la capture des rivières dans son cours supérieur, corrobore cette interprétation.

1. Nous adressons tous nos remerciements à M. G. Noizet, Directeur du Laboratoire de Géologie de l'Université de Tananarive, et à M. J. P. Karche, Maître-Assistant, qui nous ont fourni l'essentiel des éléments de ce paragraphe.

Les rivières liées à la côte est, très agressives en raison de la forte pluviométrie et de l'existence de fractures dans lesquelles elles se logent, érodent activement la pénéplaine sur sa bordure orientale.

2. Nature des roches

Des prélèvements ont été effectués dans la zone sommitale du massif nord. Leur étude au Laboratoire de Géologie de l'Université de Tananarive a montré l'identité du matériel dans cette région [1] et dans le reste de la chaîne, et permet de généraliser à l'ensemble du massif le schéma suivant :

— *à la base :* des leptynites à cordiérite qui s'étendent notamment tout le long de la côte où elles donnent, par altération, des cuirasses ferrallitiques riches en bauxite (gibsite), comme, par exemple, celle qui supporte la forêt d'Analalava ;

— *au-dessus :* des « granites » et des charnockites que les analyses ont révélés relativement riches en Sodium et en Calcium ;

— *en intercalation,* au sein de la formation précédente : les couches d'Esira, constituées principalement par des gneiss à amphibole, des gneiss à cordiérite, des quartzites ;

— *en série terminale* (ou remplaçant parfois la série des « granites » et charnockites) : un complexe pyroxénowernéritique riche en Ca (roches calcomagnésiennes avec diopside, wernérite et anorthite).

Soit en résumé, la superposition suivante :

— complexe pyroxénowernéritique ;

— { gneiss (couches d'Esira),
  { granites et charnockites ;

— leptynites à cordiérite.

La résistance relative de ces couches à l'érosion explique la configuration actuelle du massif. Les gneiss des couches d'Esira sont très altérables et facilement déblayés par les eaux courantes. Leur distribution est marquée par des formes basses : à l'ouest, la vaste dépression d'Esira-Tranomaro ; à l'intérieur du massif, celles de Ranomafana et d'Ifarantsa ; des indentations sur la face orientale, comme celle de la Mananjary, affluent de la Manampanihy, que nous avons empruntée pour pénétrer dans le nord des chaînes Anosyennes.

3. Fracturation

La physionomie du massif est liée à la présence de vastes plans de fracture orientés selon les trois directions suivantes :

— des fractures de direction N-O (N-40-W) liées à une tectonique très ancienne ;

— des fractures sensiblement N-E liées à une tectonique subie par le système Androyen ;

— des fractures N-S liées à une phase plus récente, toujours précambrienne, auxquelles ont pu s'ajouter des fractures d'âge tertiaire probable (liées au seuil de Soakibany sur la Menarahaka-Mananara).

1. Plagioclasites wernéritiques, pyroxénites à wernérite, gneiss et granites à pyroxène.

En conclusion, l'allure complexe du massif s'explique par son appartenance à une vieille pénéplaine plongeant vers le nord, fortement érodée vers le sud et vers l'est ; par sa structure marquée par l'alternance de couches très altérables en intercalation dans des séries résistantes ; et par l'existence d'une fracturation intense selon trois plans de failles qui se recoupent.

Les cours d'eau s'enfoncent sur les plans de fracturation qui leur imposent leur tracé anguleux. Cet enfoncement est particulièrement rapide dans le cas des rivières orientales plus agressives, et explique l'existence de rives extrêmement abruptes qui renforcent le compartimentage du massif en une série de blocs, d'accès fort difficile.

Des expositions aux vents dominants, en particulier aux alizés porteurs de pluie, des conditions de drainage, de sol, etc., très variées, concourent à créer une multitude de climats locaux et de milieux qu'il est nécessaire de prendre en considération dans l'étude du peuplement.

III. CLIMATOLOGIE GÉNÉRALE

A. — Postes d'observation

Les données climatologiques utilisées ont été fournies par les stations groupées dans le tableau suivant. Leur gestion est assurée par le Service de la Météorologie nationale. La figure 2 indique leur localisation. Elles permettent d'opposer les caractéristiques du climat sur les versants est et ouest des chaînes Anosyennes et d'apporter quelques observations sur les hauts sommets.

Tableau I. — Caractéristiques des postes d'observation dans le sud-est de Madagascar.

Stations	Désignations	Coordonnées géographiques		Altitude (m)	Localisations par rapport aux chaînes Anosyennes	Durées des observations	
		Longitude E	Latitude S			Pluviométrie	Température
Amparihy-Est	Station climatologique	47°21′	23°57′	30	Versant est	1934-60	1941-60
Andetsy	Poste pluviométrique	46°49′	24°17′	430	Versant ouest	1952-60	
Befotaka-Sud	Poste pluviométrique	46°59′	23°50′	740	Versant ouest	1938-60	
Behara	Station climatologique	46°23′	24°57′	55	Versant ouest	1933-60	1933-60
Esira	Poste pluviométrique	46°43′	24°18′	400	Versant ouest	1936-60	
Manantenina	Poste pluviométrique	47°18′	24°17′	22	Côte est	1943-60	
Nahampoana	Station climatologique	46°57′	24°57′	25	Côte est	1936-60	1941-60
Ranomafana-Tanosy	Poste pluviométrique	46°58′	24°34′	175	Dépression médiane	1935-60	

La position géographique très particulière de Fort-Dauphin ayant une incidence notable sur son climat stationnel et en particulier sur les totaux pluviométriques, il a été jugé préférable d'utiliser les résultats de la station de Nahampoana qui n'est située qu'à 8 km au nord.

B. — Données climatologiques

1. Pluviométrie

Les données les plus nombreuses concernent la pluviométrie.

a. *Pluviométrie totale* (fig. 1 et 3)

Les totaux pluviométriques annuels décroissent progressivement du nord vers le sud et brutalement quand on franchit l'axe de la chaîne interne, au sud du Rebord Manambien. Les isohyètes ne se raccordent plus d'un versant à l'autre (faille pluviométrique de Battistini, 1964 : 23, fig. 5).

L'échelle (à droite sur la figure 3) montre que Befotaka, situé sur l'Itomampy dans l'axe de la vallée de l'Isandry, à l'articulation entre les chaînes Anosyennes et le massif de Midongy, est plus arrosé que Fort-Dauphin (mais considérablement moins qu'Amparihy-Est et Manantenina). Ranomafana bien que situé en arrière de la chaîne côtière conserve une pluviométrie importante. Cette station se trouve dans une situation assez analogue à celle de Befotaka : leurs totaux pluviométriques sont très voisins.

La faiblesse des hauteurs d'eau annuelles s'accentue brusquement au sud du Rebord Manambien (fig. 4) ; ceci explique que le domaine phytogéographique du sud s'avance dans le bassin du Mandrare.

b. *Variations quantitatives*

La figure 3 met en évidence l'existence d'une saison pluvieuse bien marquée, de novembre à avril, tant sur le versant oriental que sur le versant occidental. Les mois les plus secs sont en général ceux de mai et septembre. Juin marque pour toutes les stations une légère recrudescence de la pluviosité.

Les pourcentages des pluies de saison pluvieuse par rapport au total annuel sont importants.

— Amparihy-Est : 72,2 %
— Nahampoana : 61,2 %
— Behara : 77,0 %

c. *Distribution*

La figure 5 indique la répartition mensuelle du nombre moyen de jours durant lesquels les précipitations ont atteint, ou dépassé, 0,1 mm. L'échelle située à droite du graphique fait ressortir une différence extrêmement nette entre les cinq stations situées au nord ou sur le versant est de la chaîne principale, par rapport aux trois stations situées au sud de l'arc de l'Ivakoany, où la fréquence des précipitations est 2,5 fois plus faible.

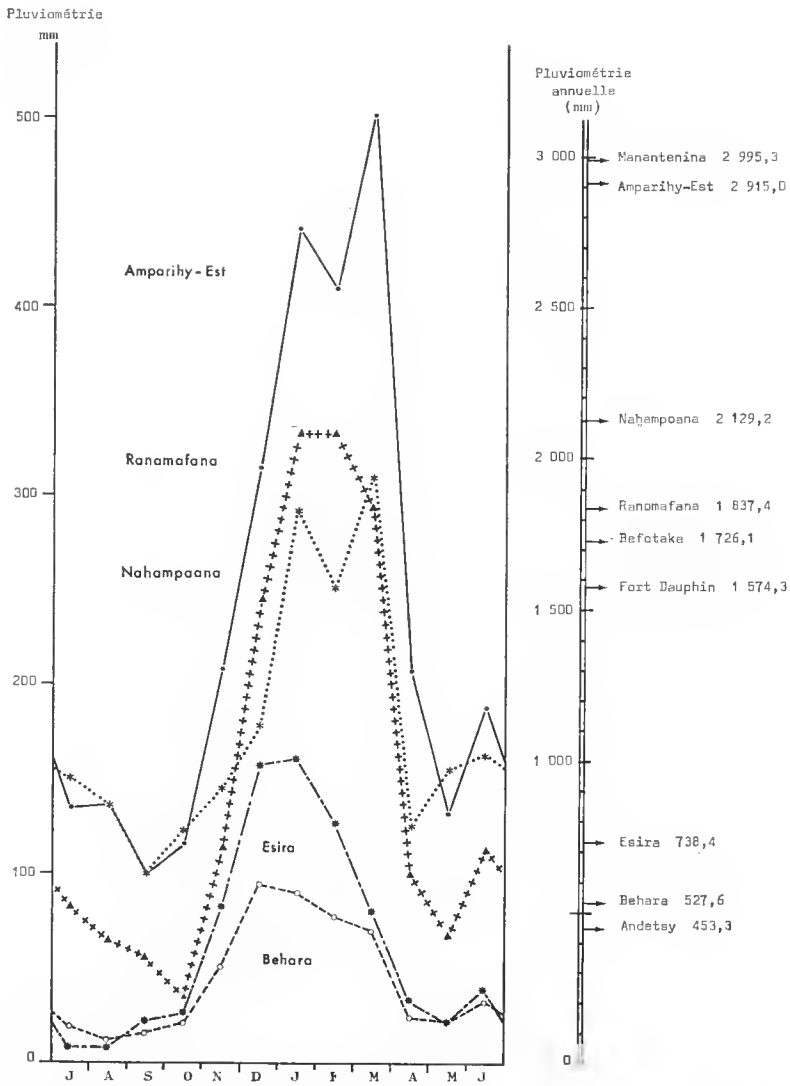

FIG. 3. — Pluviométrie moyenne mensuelle pour cinq stations dans le sud-est de Madagascar. Nous avons figuré sur l'échelle de droite la hauteur moyenne d'eau reçue annuellement pour toutes les stations, y compris Fort-Dauphin.

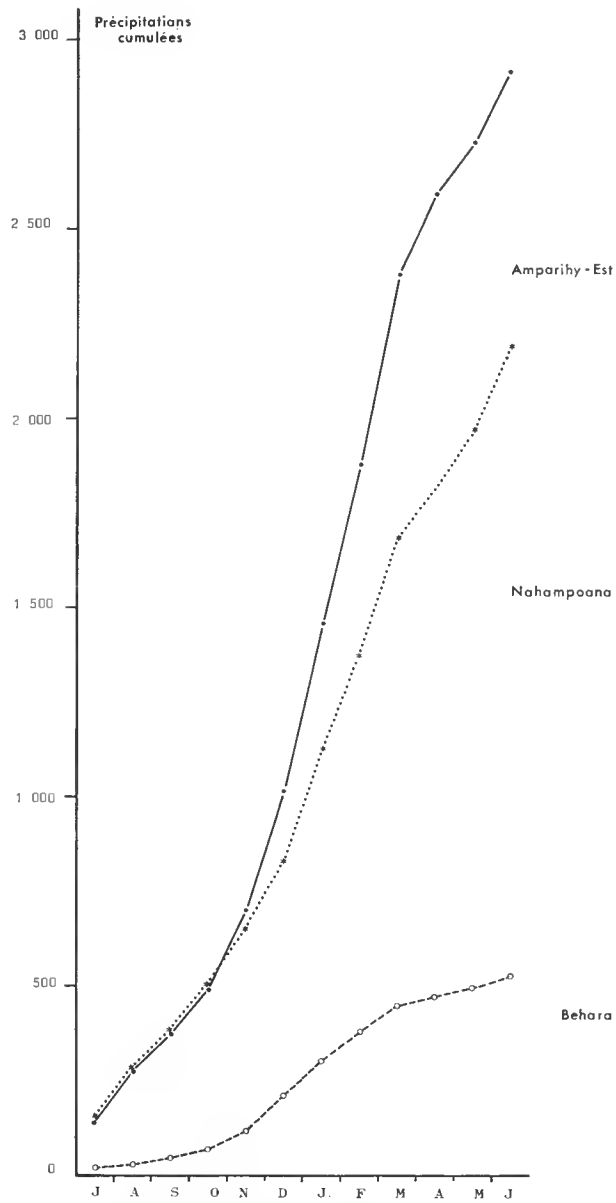

Fig. 4. — Pluviométrie comparée pour trois stations, dans le sud-est (deux sur la côte est, une à l'ouest des chaînes Anosyennes).

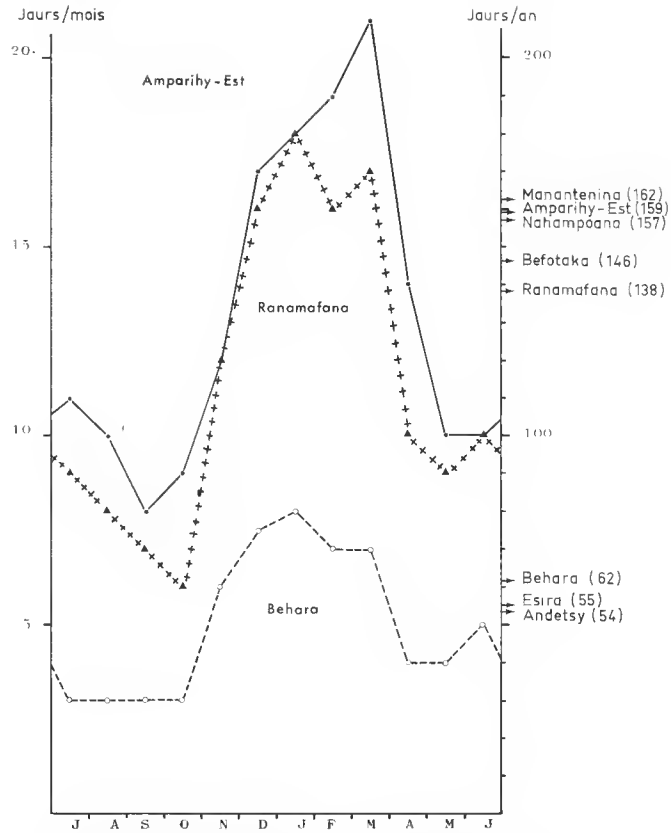

Fig. 5. — Moyenne mensuelle du nombre de jours de précipitations ⩾ 0,1 mm. L'échelle de droite indique leur nombre moyen annuel.

2. Températures

(Fig. 6)

Nous disposons des données relatives à trois stations : Amparihy-Est, Nahampoana et Behara, situées respectivement au nord-est, au sud-est et au sud-ouest du massif étudié.

Les valeurs relevées à Nahampoana sont voisines de celles d'Amparihy-Est. Nous nous limiterons à la comparaison des stations d'Amparihy-Est et de Behara (fig. 6).

— Les températures moyennes mensuelles, égales pendant la saison fraîche, sont nettement plus élevées en saison chaude à Behara. (L'amplitude de leur variation est donc plus grande d'environ 2,5° dans cette station.)

— Les températures minimales moyennes mensuelles sont au contraire très voisines en saison chaude mais de 2 à 3° plus basses en saison fraîche sur le versant ouest.

— Les températures maximales moyennes mensuelles sont constamment de 3 à 5° plus élevées à Behara qu'à Amparihy-Est. (L'écart le plus grand se situe en février.)
— Cet écart s'accentue encore pour les températures maximales absolues mensuelles. (Plus de 45° ont été enregistrés en octobre.)
— Les températures minimales absolues mensuelles sont par contre assez voisines. Néanmoins les températures les plus froides (3,5° en avril) ont été enregistrées à Behara.

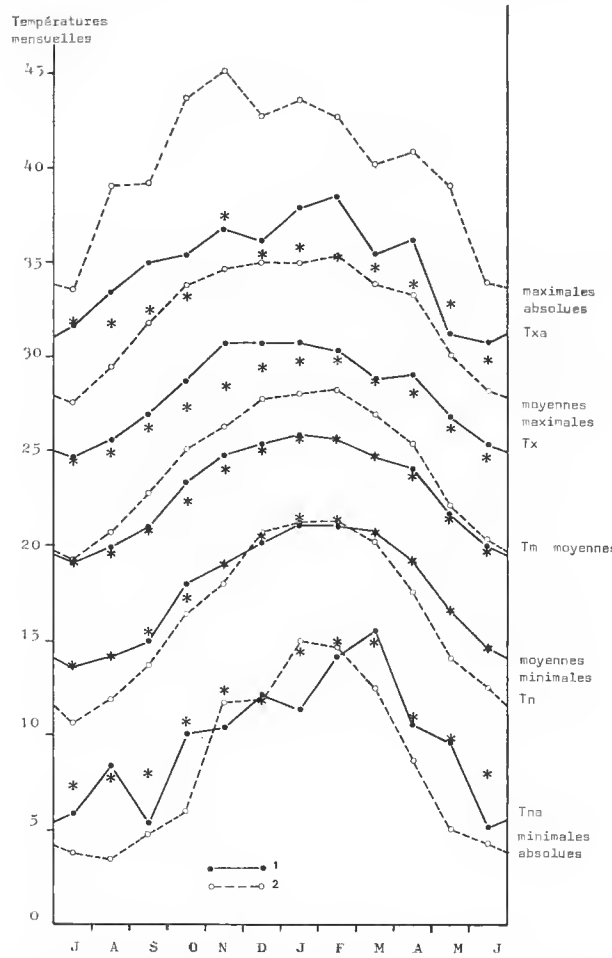

Fig. 6. — Comparaison des températures mensuelles pour trois stations dans le sud-est.
1 : Amparihy-Est ; 2 : Behara ; les données concernant Nahampoana sont figurées par des astérisques non reliés pour ne pas surcharger la figure.

C. — Climats stationnels

Les données fournies par la météorologie permettent d'établir les diagrammes ombrothermiques et les climatogrammes pluviothermiques pour les trois stations climatologiques.

1. Diagrammes ombrothermiques
(Fig. 7)

Les diagrammes ombrothermiques n'ont été tracés que pour les deux stations d'Amparihy-Est et de Behara, selon les méthodes de H. Gaussen (l'échelle des températures, à gauche, est double de celle des précipitations).

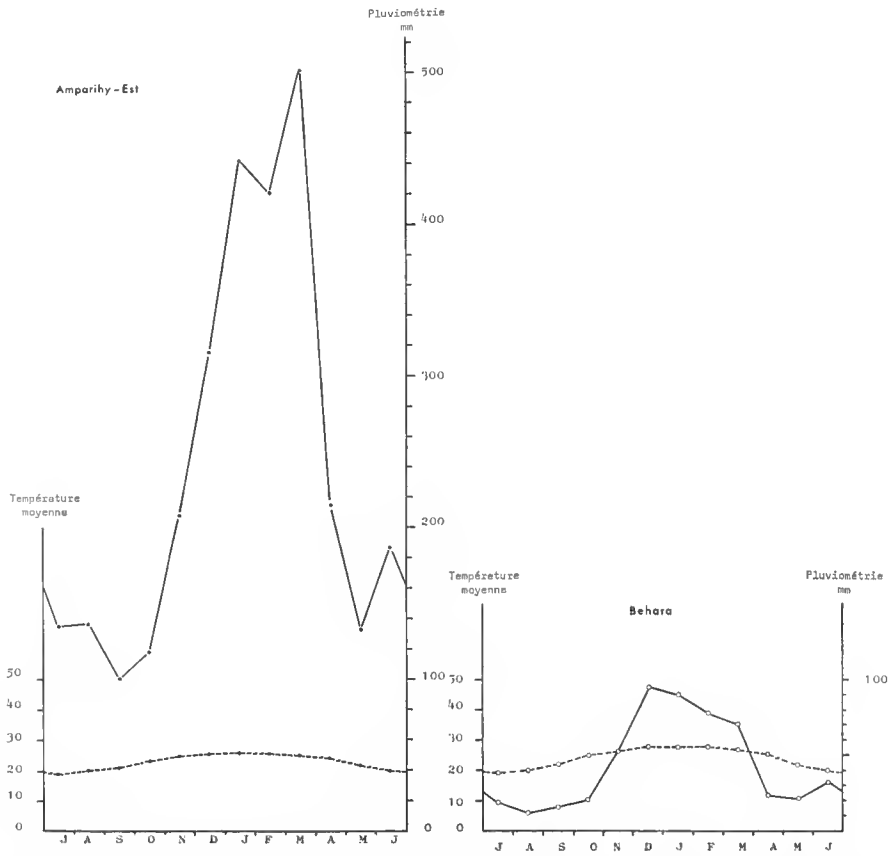

Fig. 7. — Diagrammes ombrothermiques, selon H. Gaussen, pour les deux stations d'Amparihy-Est et de Behara situées respectivement à l'est et à l'ouest des chaînes Anosyennes. L'échelle des températures moyennes (en degré C) est double de celle des précipitations moyennes (en mm).

a. *Amparihy-Est*

Bien que la saison sèche soit fortement accusée, il n'y a jamais au cours de l'année de déficit en eau. Des conclusions analogues pourraient être tirées du diagramme ombrothermique de la station de Nahampoana.

b. *Behara*

Au contraire, la cuvette de Behara accuse un déficit en eau important, depuis le mois d'avril jusqu'au mois d'octobre inclus.

2. Climatogrammes pluviothermiques
(Fig. 8)

Les climatogrammes pluviothermiques établis pour les trois stations d'Amparihy-Est, de Nahampoana et de Behara illustrent particulièrement bien les caractéristiques suivantes :

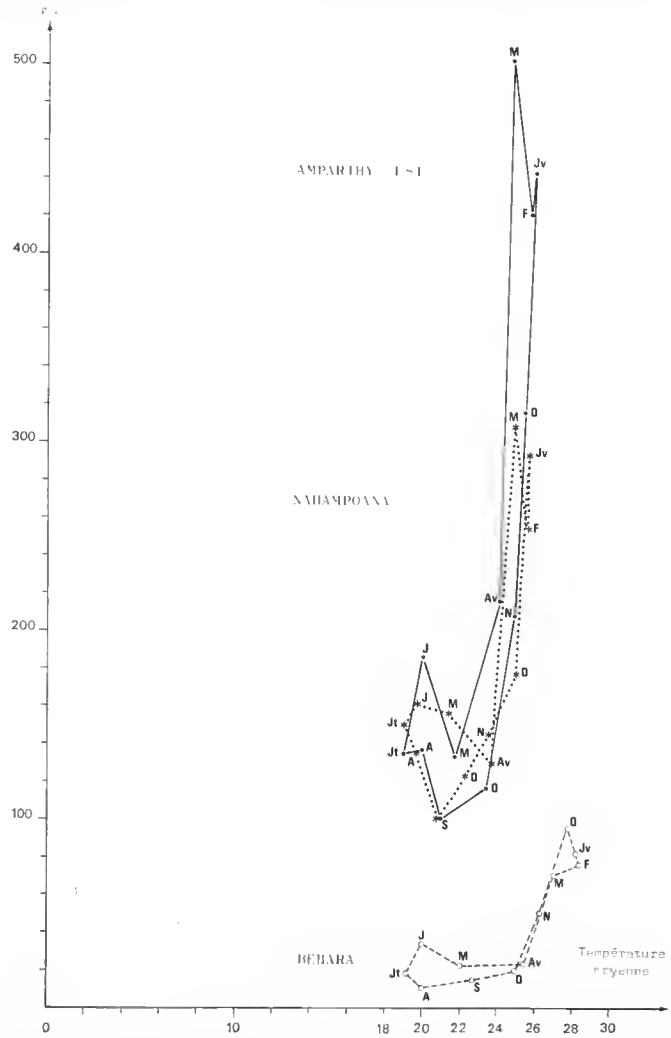

Fig. 8. — Climatogrammes pluviothermiques comparés de trois stations dans le sud-est. Les mois sont notés par leur initiale ; leurs coordonnées correspondent à la précipitation moyenne mensuelle en ordonnée et à la température moyenne mensuelle en abscisse.

— différences considérables dans les totaux pluviométriques mensuels entre les versants est et ouest ;
— températures moyennes mensuelles très voisines partout en saison fraîche ;
— ces températures sont beaucoup plus accusées en saison pluvieuse sur le versant ouest.

3. Comparaison des climats stationnels

Il est possible de dégager les caractères suivants :

Sur la côte est :

— la pluviométrie totale annuelle est importante (près de 3 m) ;
— la saison pluvieuse est bien marquée, mais les moyennes mensuelles de saison sèche restent importantes (il n'y a jamais de déficit en eau) ;
— le nombre de jours de pluie est élevé (160 par an) et ne s'abaisse guère au-dessous de 8 par mois en saison sèche.

A l'intérieur du massif (à basse altitude) (Ranomafana et Befotaka) :

— le nombre de jours de pluie reste élevé (140 jours) ;
— les totaux pluviométriques sont sensiblement moindres (1 800 mm au lieu de 3 000 mm). (Il n'y a pas de données sur les températures.)

A l'ouest, au sud du Rebord Manambien :

— le nombre de jours de pluie accuse une chute brutale (60 jours) ;
— les totaux pluviométriques sont considérablement plus faibles, avec une longue saison sèche marquant un fort déficit en eau ;
— les variations des températures moyennes minimales et surtout maximales sont plus accusées que sur la côte est ;
— les températures maximales sont plus élevées.

A l'ouest, le climat est donc beaucoup plus sec et plus ensoleillé, avec des températures plus contrastées et surtout plus élevées.

D. — Observations sur les hauts sommets

H. Humbert a rapporté, en 1935, ses premières observations sur le climat général des hauts sommets dans les chaînes Anosyennes. Il a relié, notamment, la nébulosité à la circulation aérienne à basse altitude (fig. 9) :

— Les pentes orientales (« au vent »), formant obstacle, communiquent à l'alizé un mouvement ascendant qui entretient une forte nébulosité et une pluviométrie élevée.

— Les crêtes sommitales provoquent, par décollement des courants aériens sur leur flanc occidental (« sous le vent »), un mouvement tourbillonnaire à axe horizontal sensiblement parallèle à la ligne de crête.

Ce retour ascendant des filets d'air vers l'arrière est à l'origine d'un épais bourrelet de nuées qui encapuchonne le haut du versant occidental à partir de 1 400 m, ainsi que de condensations occultes et de brouillards.

— Les pentes occidentales sont directement soumises, plus bas, à un effet de foehn échauffant et asséchant dû à la subsidence des masses d'air sur ce versant.

Compte tenu de la faible durée de séjour sur les hauts sommets, les observations sur le climat général se réduisent à confirmer les remarques de H. Humbert, 1935, et aux notations suivantes :

a. L'abondance des brouillards et des formations nuageuses résulte d'une grande instabilité des masses d'air. L'air chaud et humide des vents alizés heurte sous des angles variés des pentes très raides, formant parfois de hautes falaises. Nous avons remarqué

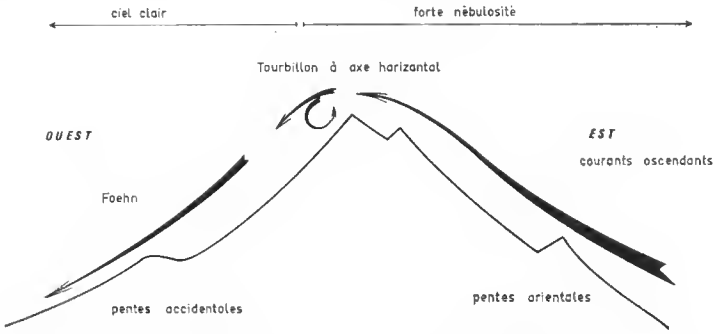

Fig. 9. — Circulation aérienne dans les chaînes Anosyennes (d'après H. Humbert, 1935, simplifié).

la présence presque permanente, dès les premières heures de la matinée, de cumulifications en période de beau temps. Par mauvais temps, l'ensemble des surfaces sommitales est pris dans des brouillards qui persistent toute la journée, et s'abaissent jusqu'aux environs de 1 000 m d'altitude.

b. La forme des précipitations prend souvent l'allure de crachins persistants en altitude (en relation avec les types des nuages).

Ces observations concourent à montrer qu'une forte humidité doit régner sur les hauts sommets, ce qui explique l'extension du réseau hydrographique de détail. Les plus petits thalwegs sont parcourus de filets d'eau s'élargissant parfois en petites mouilles et permettant aux animaux aquatiques de disposer d'importantes surfaces.

c. Les températures minimales sont voisines de celles relevées à la même période à Anjavidilava (Andringitra oriental) mais les températures maximales sont inférieures à celles d'Anjavidilava, en rapport avec une période d'insolation quotidienne plus courte. Il est probable, bien que nous ne possédions aucun relevé suivi, que le climat stationnel de la zone sommitale du massif nord des chaînes Anosyennes soit, pendant toute l'année, voisin de celui d'Anjavidilava défini dans R. Paulian et coll., 1971, à ceci près que les brouillards et crachins sont encore plus persistants, la période d'insolation plus courte et les températures maximales journalières plus faibles.

IV. ÉTUDE MICROCLIMATIQUE

A. — Biotopes terrestres

Le matériel et les méthodes utilisés sont les mêmes que ceux ayant servi lors de la première campagne. Malheureusement, les données du climat stationnel, pour toutes les altitudes inférieures à 1 900 m, ne sont pas conformes aux critères des stations météorologiques. En effet, sauf pour le sommet presque entièrement dénudé, les relevés ont dû être effectués sous couvert (entre 100 et 1 800 m d'altitude, les seules zones non forestées sont en effet constituées de parois rocheuses abruptes).

Les enregistrements par formation n'ont pas une allure différente de ceux effectués dans le massif de l'Andringitra oriental (Anjavidilava) et ne justifieront donc que de rapides comparaisons.

Par contre, il a paru utile de compléter l'étude précédente par une analyse plus précise des conditions locales pouvant exister dans un même type de forêt, à des distances rapprochées, comme par exemple l'effet de crête et l'effet de ravin.

1. **Forêt dense humide de moyenne altitude** (1 050 m, camp 5)

Le profil est sensiblement identique à celui relevé à 1 500 m d'altitude dans l'Andringitra oriental. On notera tout de même que l'humidité de l'air s'écarte peu de 100 %.

Cette forêt fournit l'exemple le plus typique d'un effet de crête et de ravin. Le ravin se trouvait au pied d'une falaise abrupte. La figure 10 superpose les profils en crête et ravin pour une même période. Les deux premiers jours montrent l'effet de la fin d'une dépression tropicale : le ravin est relativement mieux protégé que la crête des vents s'engouffrant dans la vallée.

La période postcyclonique montre deux phénomènes intéressants :

— Le profil thermique journalier dans le ravin reste pratiquement constant (niveau et horaire des maxima et minima) ; le profil hygrométrique ne décolle que peu de 100 %.

Par contre, le profil en crête montre un relèvement progressif des températures moyennes, minimales et maximales. Corrélativement, l'humidité atmosphérique s'abaisse, en particulier les paliers correspondant aux brouillards en mouvement des périodes vespérales et nocturnes.

— Les profils de crête et de ravin sont décalés dans le temps. L'élévation de température le matin intervient d'abord au fond du ravin ; généralement l'abaissement de la température, après l'insolation matinale, intervient également d'abord au fond du ravin.

Si, le matin, un phénomène de « four » peut être invoqué au fond du ravin, la crête étant alors très ventilée, à partir de midi le phénomène s'explique moins bien. En effet, le soleil éclaire un peu plus longtemps la crête, mais rapidement crête et ravin sont submergés par les brouillards. Alors, le ravin paraît se refroidir bien plus que la crête ; il est, le premier, envahi par des nuages qui proviennent, non pas de la vallée, mais d'une conden-

sation sur place ; de plus, rapidement, des nuages descendent le long de la falaise jusqu'au fond du ravin. Il faut donc admettre un écoulement d'air froid le long de la paroi abrupte et une stagnation de cet air froid au fond du ravin.

Si, pour un certain nombre de groupes zoologiques, ce phénomène ne semble pas avoir d'incidence particulière, il apparaît que d'autres groupes, en particulier les Microarthropodes de la litière (ceux du sol sous-jacent vraisemblablement aussi), réagissent au niveau de la synusie entière. La litière renferme, en effet, dans le ravin, une synusie de Collemboles de sommet de forêt de montagne et même de forêt sclérophylle qui, normalement, se situe de 600 à 900 m plus haut, en altitude. Il existe donc, à 1 000 m, pour les Collemboles, une enclave montagnarde au milieu d'une formation de moyenne altitude.

Le refroidissement localisé dans le ravin semble être au moins l'une des causes de cette anomalie.

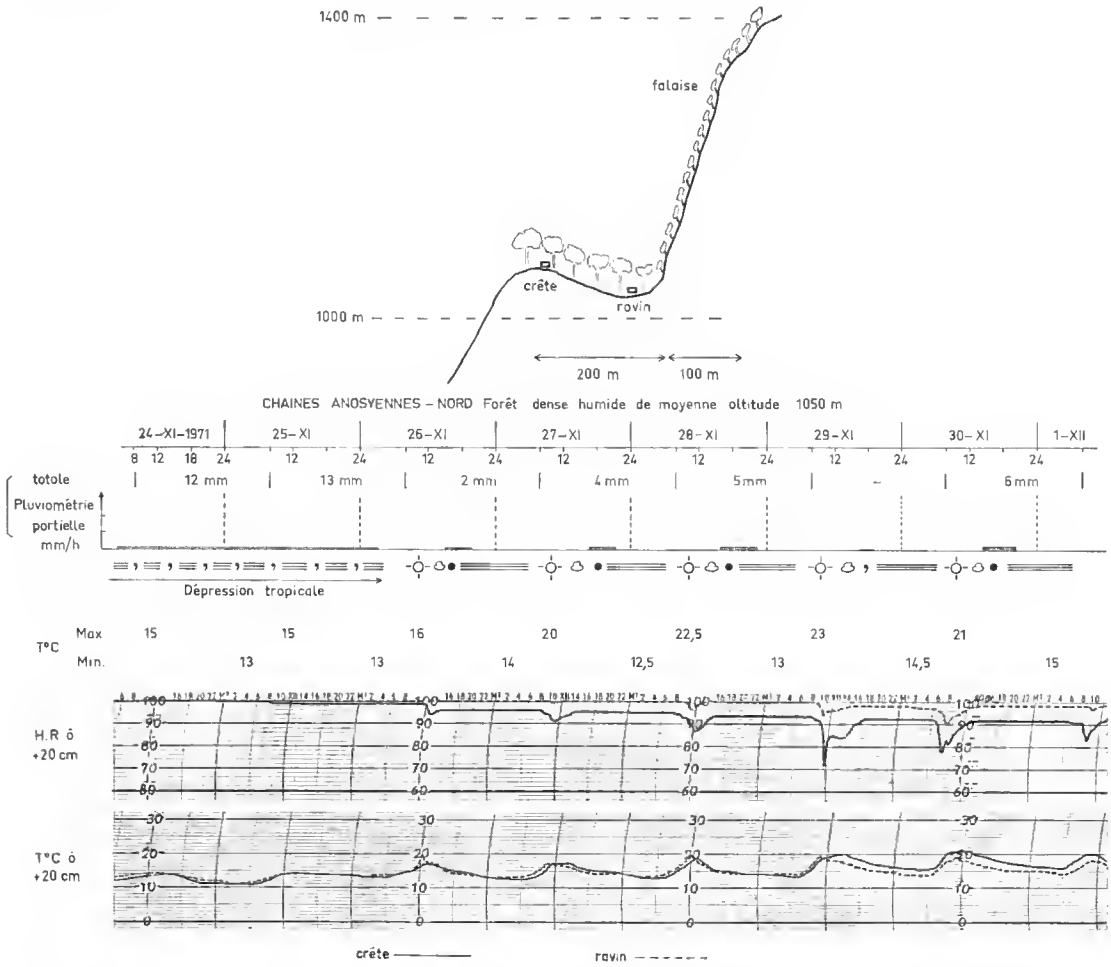

Fig. 10. — Effet de crête et de ravin dans la forêt dense humide de moyenne altitude (1 050 m).

2. Dalles rocheuses

On se reportera aux enregistrements effectués à Anjavidilava (Andringitra oriental), mais avec des paliers à 100 % d'humidité atmosphérique plus longs.

Conclusion sur les biotopes terrestres

Le massif nord des chaînes Anosyennes est entièrement compris dans la zone d'influence des vents d'est humides. De ce fait, toutes les observations correspondent à celles effectuées dans l'Andringitra oriental. Certaines anomalies locales ont pu être mises en évidence et sont dues au relief très tourmenté du massif et à son incidence sur les expositions aux vents dominants.

B. — Biotopes aquatiques et humides

Les résultats concernent la température et le pH ; ils ont été obtenus avec cinq thermomètres Maxima-Minima permettant d'apprécier le demi-degré, et dont les échelles ont été contrôlées à l'aide d'un thermomètre de précision servant de référence. Toutes les températures sont exprimées en degrés Celsius. Le pH est estimé à l'aide d'un papier indicateur Merck dans une échelle de couleurs allant de 5,4 à 7,0 par deux dixièmes.

1. Températures

a. *Camp 7, altitude 1 900 m*

Les températures maximales et minimales quotidiennes ont été relevées, durant une semaine, dans les trois stations suivantes :

— Un petit ruisseau drainant la cuvette sommitale où trois thermomètres immergés ont été disposés : T_2, dans une mouille de 2 × 3 mètres ; T_3, dans l'axe du cours d'eau ; T_4, sous un surplomb de la berge où de nombreux Batraciens dulçaquicoles se réfugient pendant la journée.
— Une fente entre deux roches situées à proximité du ruisseau précédent et tapissées de Mousses très humides qui servaient d'abri à des Batraciens rupicoles. Le thermomètre T_5 a été placé à une profondeur d'environ 60 centimètres.
— Comme élément de référence, le thermomètre T_1 a été placé à 1,25 m du sol, à l'ombre, en lisière d'une petite forêt.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau II.

TABLEAU II. — Températures relevées au camp 7 (altitude : 1 900 m).
(m = minimum ; M = maximum)

DATES		T 1 air	T 2 mouille	T 3 courant	T 4 s/s berge	T 5 s/s roche	OBSERVATIONS
18-XI-71	m	15,5	14,5	14	13,5	13	Temps couvert.
19-XI-71	M	17,5	16,5	16,5	17	15	Rares éclaircies.
	m	10,5	13,5	14	13	13	Pluie nocturne.
20-XI-71	M	17,5	15,5	15,5	15,5	15,5	Temps couvert, très rares éclaircies.
	17 h	15	14,5	15,5	15	15	
	m	15	14,5	15	14	13,5	Pluie.
21-XI-71	M	20	15,5	16,5	17,5	18	Temps partiellement couvert.
	17 h	15,5	15,5	16	16,5	15,5	Crachin à 17 heures.
	m	12	14,5	14,5	14	14	Pluie.
22-XI-71	M	18	16	16,5	17	16,5	Temps couvert, quelques éclaircies.
	17 h	13,5	15,5	15,5	16	15	
	m	8,5	14,5	15	13,5	12,5	Brouillard.
23-XI-71	M	16	15,5	17	16,5	15,5	Temps brumeux.
	17 h	10,5	15	15	15,5	13	
	m	8,5	14	14	13,5	12	
24-XI-71	M	16	16	16	16,5	15	Brouillard et crachins.
	17 h	10,5	15,5	15,5	15,5	13,5	
	m	8,5	14,5	14	13,5	12	
25-XI-71	M	15,5	16	15,5	16	15	Brouillard et crachins.
	17 h	12	15	15	15	13,5	
	m	9,5	14,5	14	13,5	12	
26-XI-71	8 h	12,5	14,5	14,5	14,5	13,5	

b. *Camp 5, altitude 1 050 m*

Trois séries de relevés ont été obtenues (tabl. III) :

— T_1 : dans l'air ;
— T_2 : dans un très petit cours d'eau tombant en cascade des crêtes sommitales ;
— T_3 : à 30 centimètres de profondeur dans un abri sous roche très humide situé à proximité immédiate du cours d'eau précédent.

Les tableaux II et III permettent d'apprécier :

— un amortissement très net de l'amplitude quotidienne des variations de température par rapport à celles relevées dans l'air, à l'ombre (1 à 2° au lieu de 6 à 9°) ;

— la stabilité thermique un peu moins grande dans les abris sous roche que dans les eaux courantes.

Ces valeurs fournissent une estimation des températures effectivement supportées par les animaux.

TABLEAU III. — Températures relevées au camp 5 (altitude : 1050 m).
(m = minimum ; M = maximum)

DATES		T 1 air	T 2 courant	T 3 abri s/s roche	OBSERVATIONS
29-XI-71	m	13			Beau temps jusqu'à 12 h.
	M	23	16,5	16	Couvert ensuite.
	17 h		16,5	16,5	
30-XI-71	m	14,5	15,5	15	Beau temps le matin, couvert l'après
	M	21	17	17,5	midi.
	17 h		16,5	16,5	Pluie d'orage à 17 h (6 mm).
1-XII-71	m	15	16	15,5	Beau temps le matin, couvert à par-
	M	—	17	17	tir de 11 h.
	17 h		16,5	16,5	Pluie l'après midi.
2-XII-71	m	—	15,5	15	Ciel clair.
	5 h		16	16	

c. Les données ci-dessus, relevées sur les mêmes stations pendant plusieurs jours successifs, peuvent être complétées par des lectures effectuées lors des déplacements le long de la Mananjary et de la Ranomandry (tabl. IV). Ces dernières lectures concernent uniquement les eaux courantes.

TABLEAU IV. — Quelques températures de l'air et de l'eau dans la rivière Mananjary-Ranomandry à différentes stations (m = minimum ; M = maximum).

DATES		Ambana Alt. 90 m		Bekazaha Alt. 200 m		Camp 3 Alt. 750 m		Ranomandry Alt. 500 m		Camp 4 Alt. 550 m	
		Air	Eau	Air	Eau	Air	Eau	Air	Eau	Air	Eau
9-VII-71	18 h	25	24,5								
———	m	21	24								
	6 h	23	—								
10-VII-71											
	18 h			—	16						
———	m			14	14,5						
	7 h			14,5	15						
11-VII-71											
	16 h 30					17	pas				
———	m					14,5	d'eau				

Dates		Ambana Alt. 90 m		Bekazaha Alt. 200 m		Camp 3 Alt. 750 m		Ranomandry Alt. 500 m		Camp 4 Alt. 550 m	
		Air	Eau	Air	Eau	Air	Eau	Air	Eau	Air	Eau
	6 h 30					17	—				
12-VII-71	10 h							—	14,5		
	18 h									17	14,5
———	m									15	14
	M									20	—
13-VII-71											
	17 h 30									17,5	14,5
———	m									14	13,5
	7 h									15	14
14-VII-71											
	18 h			19	16						
———	m			—	15						
15-VII-71	7 h 30			—	15						
2-XII-71	10 h 30										21
———											21,5
	10 h 30				22						
3-XII-71					22,5						
	18 h	27,5	25,5								
4-XII-71	6 h	24	24,5								

Ces données, bien que disparates, constituent les premières indications sur les températures de l'eau, le long de cette rivière.

2. pH

Les valeurs suivantes ont été relevées (tabl. V).

Tableau V.

Localités	Altitudes	Dates	Heures	Lieux	T°	pH
Camp 7	1 900 m	22-XI-71	17 h	mouille	15,5	5,5-5,4
				eau courante	15,5	5,5-5,4
				eau de suintement	15	5,7
Camp 4	550 m	2-XII-71	10 h 30	flaque avec feuilles mortes	22	5,8
				mouille	22	5,6
				eau courante (Ranomandry)	21 / 21,5	5,6
Bekazaha	200 m	3-XII-71	10 h 30	eau courante (Mananjary)	22 / 22,5	5,5
Ambana	90 m	3-XII-71	18 h	mare	25	5,6
Soavala	50 m	4-XII-71	10 h 30	mare	26,5	5,5

Ces valeurs sont sensiblement les mêmes que celles relevées dans le massif de l'Andringitra , et les mêmes considérations peuvent être appliquées.

V. GROUPEMENTS VÉGÉTAUX

La présentation des groupements végétaux sera identique à celle précédemment utilisée dans l'Andringitra (R. Paulian et coll., 1971) avec les définitions qui ont été précisées dans une étude récente (J. L. Guillaumet et J. Koechlin, 1971). Chaque milieu végétal est accompagné d'un sigle qui, localisé géographiquement, permettra aux spécialistes un libellé concis de leur matériel.

Il était du plus haut intérêt, comme il a été dit dans l'introduction, d'étudier le versant oriental du massif dans sa totalité, c'est-à-dire de définir d'une manière aussi précise que possible l'étagement, comparable à ce qu'on en connaît au versant occidental (H. Humbert, 1935). Nous ferons cependant une réserve : la configuration du massif, en particulier la profondeur de la vallée de pénétration et la présence d'une falaise subverticale entre 1 100 et 1 700 m, et la proximité de l'océan Indien sont responsables de certaines modifications locales dans l'étagement et en particulier d'une hétérogénéité plus ou moins importante au sein de la formation dominante. Mais l'accent a été mis, c'est l'objet de la RCP 225, sur les formations d'altitude, les autres n'étant définies que physionomiquement et géographiquement.

A. — Étage de basse altitude

Des prélèvements zoologiques ont été effectués dans deux types de forêts [1] sensiblement différents :

— forêt d'Analalava sur la zone comprise entre la côte et les premières collines (10-30 m d'altitude) ;

— forêt des premières pentes de Soavala à Ranomandry, entre 30 et 700 m d'altitude.

Les deux sont des forêts denses humides sempervirentes.

La forêt d'Analalava est complexe parce que établie sur des sols podzoliques et ferrallitiques. Elle est tout particulièrement riche en palmiers, *Pandanus* et *Uapaca*. On notera l'abondance de *Humbertia madagascariensis*, unique représentant de la famille endémique des Humbertiacées et qui est étroitement localisé au sud-est de l'île.

Cette forêt est un des derniers vestiges de ce que pouvait être la végétation de cette zone côtière en arrière des saldes récents. Partout ailleurs elle est détruite et remplacée par des savanes à *Imperata cylindrica*, *Hyparrhenia rufa* et *Aristida similis* (J. Bosser, 1969). Seuls les bas-fonds conservent une végétation originelle où abondent les *Pandanus* (*P. rollotii*, *P. imerinensis*, *P. platyphyllus*...) et le Ravenale.

1. Il n'y a pas de forêt littorale dans la région de Manantenina, mais nous avons pu en voir dans la région de Fort-Dauphin (forêt de Mandena). Elle ne diffère pas fondamentalement de ce qu'elle est ailleurs sinon par la présence de quelques espèces qui lui sont peut-être propres.

La forêt des premières pentes, jusqu'à 700 mètres, est trop complexe pour que l'étude en ait été abordée, qui n'entrerait d'ailleurs pas dans l'objet de cette RCP. Il faut signaler son très bel état de conservation ; parcourue et habitée au moins temporairement autrefois, comme nous l'ont prouvé les vestiges d'industries et les monuments funéraires que nous y avons rencontrés, la forêt semble parfaitement climacique. Les cultures s'arrêtent aussitôt que le relief s'accentue, et les villageois ne pénètrent que peu le long de la rivière.

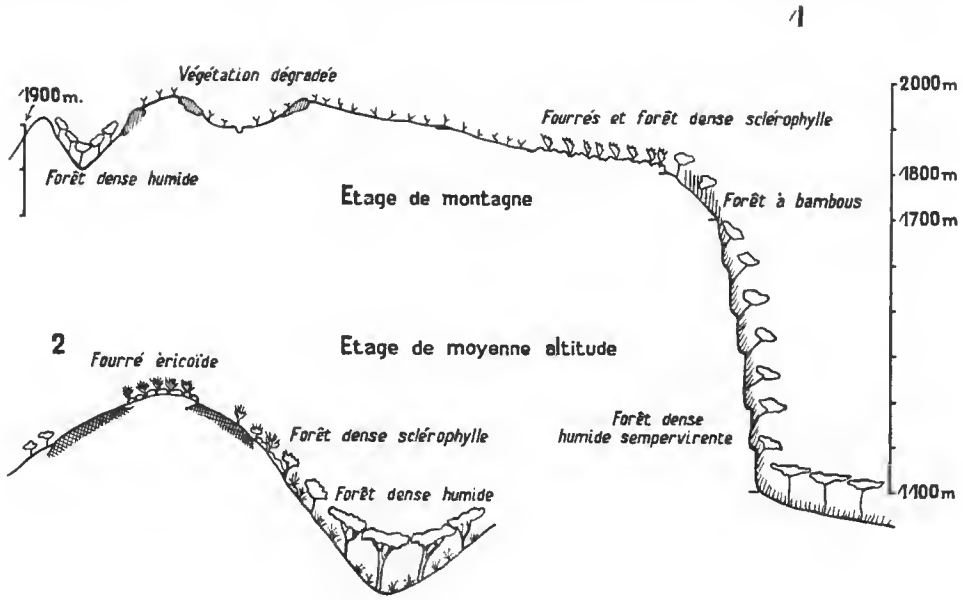

Fig. 11. — 1. Succession altitudinale des étages et des types de végétation.
2. Répartition, selon la topographie et les sols, des formations végétales climaciques de l'étage de montagne.

Nous noterons l'abondance des faciès de ravins, riches en espèces sciaphiles : *Streptocarpus*, *Begonia*, Cyathéacées..., et les faciès de crêtes (Bekazaha-Ranomandry, entre 600 et 700 m) caractérisés en particulier par l'abondance de Bambous lianescents (*Cephalostachyum*, *Nastus*, *Ochlandra*) et de *Pandanus* et par la faible hauteur générale de la forêt.

B. — Étage de moyenne altitude

Dans notre étude de la végétation de l'Andringitra, nous remarquions (R. Paulian et coll., 1971 : 235, note 1) qu'il n'avait pas été fait, au Congrès de Yangambi, de distinction biologique ou physionomique entre les forêts de basse et moyenne altitudes et qu'à Madagascar les critères de différenciation devaient être la réduction de la stratification, la nature herbacée du sous-bois et l'abondance de Bryophytes.

Les observations que nous avons faites cette année confirment cette manière de voir. En particulier, c'est la nature du sous-bois qui est le caractère différentiel fondamental

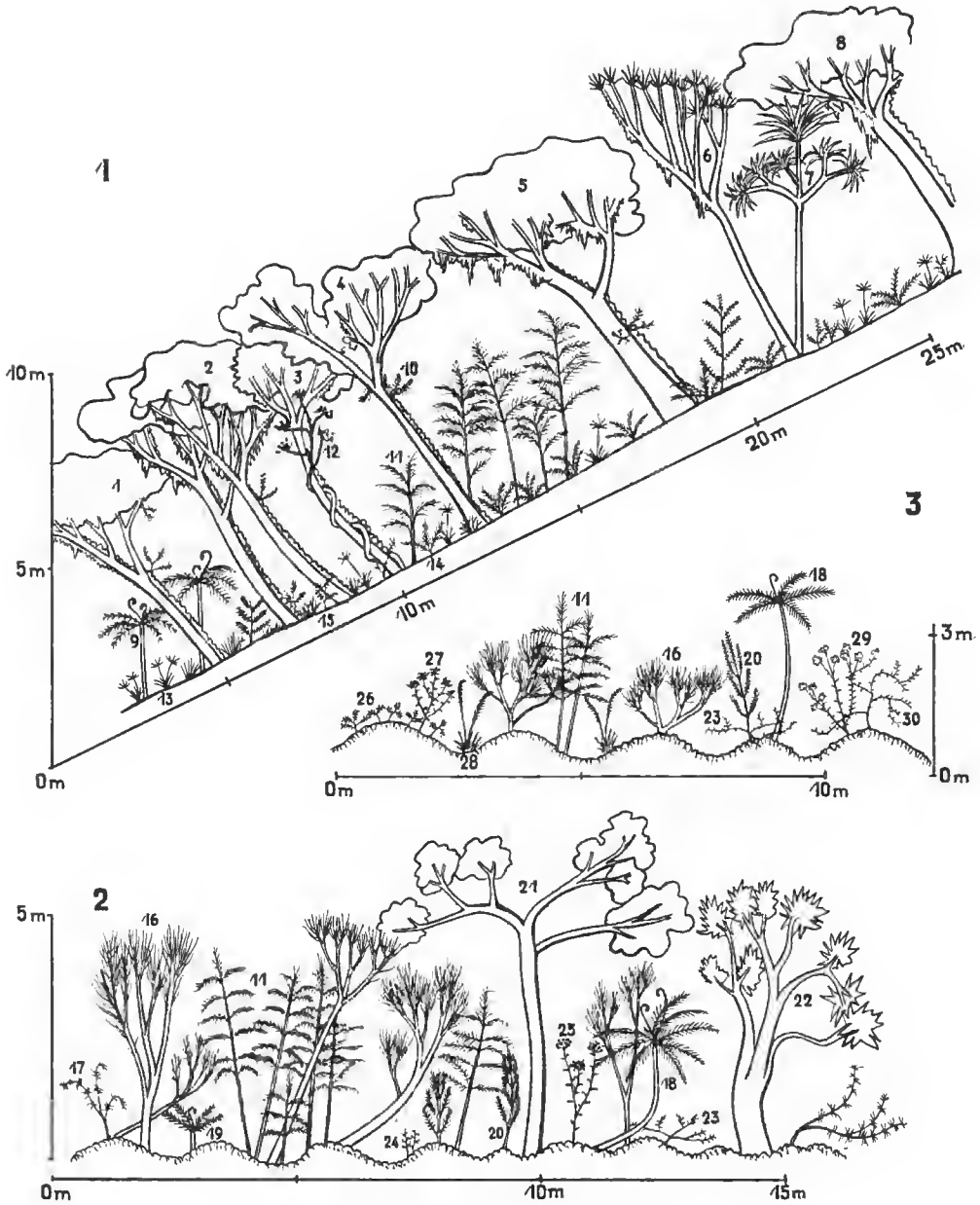

Fig. 12. — 1. Forêt dense humide de montagne.
2. Forêt dense sclérophylle de montagne. 3. Fourré éricoïde de montagne.

1. *Eugenia* sp., 2. *Weinmannia ratenbergii* Engl., 3. *Croton* sp., 4. *Oncostemon* sp., 5. *Weinmannia* sp., 6. *Cuphocarpus* sp., 7. *Pandanus* cf. *sparganioides* Bak., 8. *Ocotea* sp., 9. Cyathéacée, 10. *Medinilla* sp., 11. *Arundinaria* sp., 12. *Schefflera myriantha* (Bak.) Drake, 13. *Cyperus tsaratananensis* Cherm., 14. *Polystichum coursii* Tard., 15. *Impatiens* spp., 16. *Philippia* spp., 17. Bambou (n° 3954), 18. Cyathéacée, 19. *Blechnum* sp., 20. *Senecio pleianthus* H. Humb., 21. *Eugenia* sp., 22. *Agauria* sp., 23. *Vaccinium secundiflorum* Hook., 24. *Peperomia* sp., 25. *Helichrysum* sp., 26. *Gleichenia madagascariensis* C. Chr., 27. *Vernonia delapsa* Bak., 28. *Costularia* sp., 29. *Stenocline inuloides* DC., 30. *Embelia concinna* Bak. var. *ericophila* H. Perr.

entre les deux types de forêt. Alors qu'en basse altitude la strate inférieure est presque exclusivement constituée de plantes sous-ligneuses dont les Palmiers nains si étonnamment variés et nombreux à cet étage, à moyenne altitude le sous-bois est essentiellement herbacé. Ce sont les Acanthacées qui y jouent le rôle fondamental avec quelques Labiées ; les Palmiers nains sont pratiquement inexistants. C'est aussi à cette altitude que l'on trouve le maximum de grands *Streptocarpus* plus ou moins ligneux (*S. suffruticosus*, *S. glabrifolius* et *S. campanulatus*).

Dans la région étudiée au relief très tourmenté, on reconnaît facilement un faciès de crête et un faciès de ravin. Le premier présente deux variantes, l'une typique à sous-bois herbacé dense, l'autre à sous-bois herbacé clair qui par sa composition se rapproche beaucoup plus de l'étage inférieur. On peut penser que c'est une remontée de celui-ci à la faveur de conditions édapho-climatiques plus proches de la basse altitude que de la moyenne. Le faciès de ravin est caractérisé par l'abondance des blocs de rochers venus de la falaise surplombante qui amène la prolifération des Ptéridophytes. La forêt est ici plus basse, plus riche en lianes et il en résulte un confinement remarquable qui entraîne des conditions microclimatiques particulières.

C. — Étage de montagne

1. Forêt dense humide de montagne à Bambous

L'étage montagnard est limité à sa partie inférieure par une ceinture à Bambous (*Arundinaria* sp.) que nous définirons comme « forêt dense humide de montagne à Bambous ». Elle est située entre 1 700 et 1 800 mètres d'altitude.

Cette formation appartient à l'étage montagnard par :

— *sa physionomie :* présence de deux strates, strate supérieure de 4 à 5 mètres de hauteur, troncs tortueux, absence presque totale de lianes, richesse en épiphytes, présence d'assez nombreux Bryophytes sur le sol ;

— *ses caractéristiques biologiques :* feuilles de petites dimensions, strate inférieure herbacée ;

— *sa flore :* dominance d'espèces de l'étage de montagne notamment le genre *Arundinaria*, très faible pénétration des espèces des étages inférieurs.

Il est possible que la raideur de la pente entre 1 700 et 1 800 mètres soit responsable de la présence de cette forêt ; les *Arundinaria*, ici comme dans l'Andringitra, semblant apprécier cette position.

Au-dessus de 1 800 mètres et pratiquement jusqu'au sommet, se trouvent la forêt dense humide de montagne et ses formes édapho-climatiques que sont la forêt dense sclérophylle et les fourrés de montagne malheureusement détruits en grande partie.

2. Forêt dense humide de montagne

Deux forêts denses humides de montagne ont été étudiées : l'une exposée à l'est sur le versant principal, l'autre exposée à l'ouest dans la partie supérieure de la Ranomandry. Elles ne sont botaniquement pas différentes mais la première est réduite à de petits frag-

ments sur sol épais dans les creux alors que la seconde s'étend assez largement sur une belle pente. La figure 12-1 en montre les caractéristiques physionomiques et la stratification.

La composition floristique [1] était la suivante :

— Strate supérieure : *Eugenia* sp., *Pandanus* cf. *sparganioides* Bak., *Weinmannia rutenbergii* Engl., *Weinmannia* sp., *Oncostemon* sp., *Croton* sp. (n° 3905), *Ocotea* sp., *Schefflera monophylla* (Bak.) Bernardi, *Cuphocarpus* sp.

— Strate arbustive : Rubiacées (2 espèces), *Cyathea dregei* Kze., *Gymnosphaera* sp. (n° 3926), *Arundinaria* sp. (n° 3946) abondant par places.

— Strate herbacée : Acanthacées (2 espèces, abondantes), *Impatiens* (2 espèces), *Tachiadenus* sp. (n° 3915), *Peperomia* sp., Urticacée sp., *Streptocarpus* sp. (n° 3906), *Asplenium friesiorum* C. Chr. var. *nerophilum* Ballard, *Lonchitis glabra* Bory, *Polystichum coursii* Tard., Fougère (n° 3910), Cypéracées (2 espèces dont *Cyperus tsaratananensis* Cherm.) en grosses touffes très abondantes par places. Pas de Mousses.

— Pas de lianes. Épiphytes abondants : *Asplenium* sp., *Hymenophyllum sibthorpioides* Mett., *Hymenophyllum* sp., *Peperomia* sp., *Senecio françoisii* H. Humb., *Kalanchoe porphyrocalyx* (Bak.) Baill, *Medinilla* sp., *Schefflera myriantha* (Bak.) Drake, diverses Orchidées, manchons de Bryophytes et Lichens sur les troncs et grosses branches. *Kalanchoe gracilipes* Baill., *Peperomia* sp., Orchidées (2 espèces), Mousses (3 espèces), Hépatique sp. et plusieurs Lichens sur les moyennes et petites branches.

3. Forêt dense sclérophylle et fourré arbustif

Ces deux groupements sont des variantes édapho-climatiques de la précédente (fig. 12-2 et 3). Il y a tous les intermédiaires de l'un à l'autre. Nous n'en rappellerons pas les caractères physionomiques et biologiques ; mais nous insisterons sur le fait que, dans la région étudiée, les restes en sont particulièrement beaux et représentatifs.

Le tableau VI donnera une idée des ressemblances et des différences floristiques dans les deux formations. :

Tableau VI

Espèces	Forêt sclérophylle	Fourré	Observations
Petits arbres 3-4 m			
Philippia sp. (n° 3936)	×	×	
Pittosporum humbertii Cuf.	×		
Philippia sp. (n° 3957)		×	Voir *Ph. cauliflora* Hochr.
Philippia sp. (n° 3958)		×	Plus abondant que n° 3957.
Agauria sp. (n° 3959-60-61)		×	Formes à toutes petites feuilles (cf. *A. buxifolia* Comm.).

1. Les échantillons récoltés ont été déposés au Laboratoire de Phanérogamie du Muséum national d'Histoire naturelle et au Centre ORSTOM de Tananarive. MM. G. Cremers et A. Rakotozafy du Laboratoire de Botanique du Centre ORSTOM de Tananarive ont contribué à leur détermination.

Espèces	Forêt sclérophylle	Fourré	Observations
Weinmannia cf. *humblotii* Baill. (nº 3962-63-64)	×	×	Grande variabilité.
Eugenia emirnensis Bak. fa. *subrotundifolia* H. Perr.	×	×	
Eugenia sp. (nº 3966)	×	×	
Symphonia sp. (nº 3967)		×	Peut-être espèce nouvelle, arbuste à fleurs jaunâtres.
Schefflera cf. *favargeri* Bernardi	×	×	Le plus grand arbre de ces formations.
Arbustes 1-3 m			
Senecio pleianthus H. Humb.	×	×	
Helichrysum sp. (nº 3935)	×	×	
Helichrysum bracteiferum (DC.) H. Humb.	×	×	
Vaccinium secundiflorum Hook.	×	×	Souvent prostré dans le fourré.
Bambou (nº 3947)	×	×	Érigé : 2 à 3 m de haut.
Vernonia delapsa Bak.		×	
Schismatodada sp. (nº 3950)		×	
Stenocline inuloides DC.		×	
Aster sp. (nº 3952)		×	Espèce vraisemblablement nouvelle.
Vernonia difolia Boj. ex DC.		×	
Senecio sp. (nº 3975)		×	
Cyathea sp.	×	×	
Dichaetanthera sp.		×	
Lianes			
Bambou (nº 3954)	×	×	
Embelia concinna Bak. var. *ericophila* H. Perr.		×	
Herbes			
Pelargonium madagascariense Bak.		×	Forme très peu poilue.
Tachyadenus sp. (nº 3913)		×	Vraisemblablement nouveau.
Gleichenia madagascariensis C. Chr.		×	Très abondant.
Thesium humbertii Cav. et Keraudren		×	
Blechnum sp.		×	
Costularia sp. (nº 3971)		×	
Peperomia sp.		×	

Sur ces 32 plantes recensées, 12 sont communes aux deux formations, 1 seule semble être spéciale à la forêt dense sclérophylle, les autres (19) au fourré. Celui-ci serait donc plus riche que la forêt, sa structure lâche qui laisse largement passer la lumière favorise les plantes héliophiles, alors qu'en forêt sclérophylle la faible hauteur ne permet pas le développement de plusieurs strates.

Le tapis de Bryophytes est important dans les deux formations ; il se présente sous forme de coussins ou de bosses d'une épaisseur dépassant souvent 50 cm et où les sphaignes jouent un grand rôle (3 espèces principales : n°s 3938, 3939, 3948). Cette strate est riche aussi en Lichens (*Cladonia* div. sp. et Lichens foliacés). Les appareils souterrains d'Orchidées sont nombreux mais ce n'est pas la saison de végétation et de floraison.

Les épiphytes sont moins nombreux que dans la forêt dense humide de montagne ; les *Philippia*, nombreux et dominants par place, ne sont pas favorables à leur implantation.

Les Loranthacées sont assez nombreuses, nous avons noté en particulier *Backerella clavata* (Desrouss.) S. Balle var. *lenticellata* (Bak.) S. Balle et *Viscum* cf. *tieghemii* S. Balle, parasites sur *Eugenia*, et le minuscule *Korthalsella madagascarica* Danser sur *Philippia*.

Quand le sol s'amenuise, présence de rochers, le fourré s'appauvrit en espèces en faveur du Bambou (n° 3947) et des *Philippia* ; on passe insensiblement aux groupements sur rochers.

4. Végétation rupicole

Au sommet les rochers sont assez abondants, leur végétation est essentiellement ligneuse et, comparativement à ce qu'il en était des formations semblables de l'Andringitra, très pauvre.

Les arbustes (50 cm-1m), détruits presque totalement sauf dans quelques stations abritées, sont : *Philippia* sp. (n° 3941-42), *Dombeya seyrigii* J. Arènes, *Psiadia dracaenifolia* H. Humb., *Helichrysum fulvescens* DC. et *Helichrysum* cf. *vaginatum* H. Humb., *Senecio vangaindrani* Sc. Ell.

Les autres espèces sont des plantes crassulescentes, *Aloe* (2 espèces), *Kalanchoe* sp., ou des herbes, *Xerophyta dasylirioides*, Graminées et Cypéracées diverses, non fleuries en cette saison, et, plus rarement sur les faces exposées à l'ouest : *Streptocarpus* sp. (n° 3912), *Tachiadenus* sp. (n° 3914), *Impatiens* sp. (n° 3917), *Phyllanthus* sp. (n° 3918) qui est presque arbustif.

La principale caractéristique de ce type de végétation est sans nul doute sa pauvreté.

5. Végétation liée à l'eau

La cuvette centrale du sommet est drainée par un ruisseau qui, à en juger par les squelettes d'arbres, devait être entouré par le fourré de montagne. Mais à la suite de la destruction de celui-ci la végétation ripicole plus ou moins hygrophile a pu s'étendre.

Parmi les quelques rares Cypéracées et Graminées (en particulier *Arundinella nepa-*

lensis Trin.), on notera la présence de *Phellobium madagascariense* Bak. et *Linum emirnense* Boj., *Alchemilla cryptantha* Stend., *Hydrocotyle* spp. A signaler aussi la présence de *Restio madagascariensis* Cherm. [1]

6. Destruction des formations du sommet

Le sommet montre différentes formes de végétation dues aux feux ; le dernier incendie date de février 1971, soit à peine un an avant notre passage, et dans une végétation auparavant climacique qu'il est facile de reconstituer par comparaison avec les restes intacts et grâce aux squelettes des arbres. En descendant vers l'ouest, on arrive rapidement à des formes de végétation continuellement soumises aux feux et qui ne sont plus constituées que de Graminées banales.

La végétation récemment détruite est remarquable par les nombreux squelettes des espèces ligneuses originelles, les rares rejets de souches (*Agauria* et surtout *Vaccinium*), la disparition totale du tapis de Bryophytes et la mise à nu du sol, sauf dans les endroits humides où les sphaignes ont pu rester. La colonisation se fait par les espèces originaires des plaques rocheuses [*Senecio vangaindrani* Sc. Ell., *Helichrysum fulvescens* DC., *Psiadia dracaenifolia* H. Humb., *Philippia* (n° 3941 - 3942)] ou des fourrés voisins [*Vernonia delapsa* Bak., *Senecio pleiantha* H. Humb., *Helichrysum* sp. (n° 3935), *Helichrysum bracteiferum* (DC.) H. Humb., *Philippia* cf. *pilulifera* H. Perr.]. Les herbes sont peu abondantes, sauf *Linum emirnense* Boj, et *Pelargonium madagascariense* Bak. Les plantes, non représentées dans les formations climaciques de montagne, sont extrêmement rares : *Pteridium aquilinum* (L.) Kühn, *Solanum nigrum* L. Ce sont des espèces banales de recrue qui ne proliféreront que si la destruction s'accentue.

Le Bambou (n° 3947) persiste aussi mais, brouté par les animaux, il prend un singulier aspect en boule.

Dans les endroits humides, il y a aussi appauvrissement par disparition des éléments ligneux, en faveur des Cypéracées et Graminées (en particulier *Panicum spergulifolium* A. Cam.). Cet appauvrissement au profit d'espèces plus banales se fait sentir aussi sur les plaques rocheuses.

D. — Conclusions

A la suite de cette étude et de ce que nous connaissons des autres massifs montagneux malgaches, nous pouvons apporter des précisions sur trois points :

Floristique

— Alors que les modifications altitudinales sont progressives dans les étages orientaux de basse et moyenne altitudes, il y a une discontinuité importante au niveau de la

1. L'échantillon récolté correspondrait assez bien à la var. *humbertii* Cherm. caractérisée par « l'inflorescence femelle réduite à un seul épi terminal 1-3 flore » (H. Perrier de la Bathie, 1946 : 3). Or, en fait, de l'Ibity à l'Andohahelo, chaque population de *R. madagascariensis* diffère des autres et il serait possible de créer des quantités de variétés. Comme le fait remarquer l'auteur cité ci-dessus (p. 4), la var. *humbertii* passe au type de l'espèce, et on peut préciser que la population de l'Andohahelo présente une plus forte proportion d'inflorescences réduites à un seul épi terminal que les autres. Comme pour les autres caractères variables de cette espèce, il faut voir là le résultat d'une dérive génétique à l'intérieur d'une population isolée.

forêt à bambous (entre 1 700 et 1 800 m). Dans l'étage de montagne les différences sont importantes entre forêt dense humide, formation pluristratifiée, d'une part, forêts sclérophylles et fourrés, formations plus ou moins ouvertes et à stratification confuse, les premières ne méritant qu'à peine le nom de forêt [1], d'autre part.

— Forêts sclérophylles, fourrés et groupements rupicoles présentent floristiquement (et physionomiquement) un continuum dont l'étude, plus qu'ailleurs peut-être, doit faire appel à la notion de groupe écologique.

— Les espèces des premiers recrûs viennent essentiellement de ces formations ; c'est seulement quand la dégradation va en s'accentuant que les espèces banales, plus compétitives, prennent le dessus.

— Les chaînes Anosyennes dans leur ensemble et les parties élevées tout particulièrement sont un centre de différenciation spécifique important (H. Humbert, 1941 : 35-36). Nous n'avons pas insisté, dans cette présentation du massif, sur cet aspect qui sera étudié ultérieurement ainsi que la répartition altitudinale de certains taxons.

Climax de l'étage montagnard

Sur le versant oriental jusqu'à 2 000 m, le climax est essentiellement ligneux ; le climax climatique est la forêt dense humide de montagne. Les diverses formes de forêt sclérophylle et de fourrés remplacent celle-ci lorsque la minceur des sols et l'accentuation des caractères climatiques (abaissement de la température, vent, variation de l'humidité)

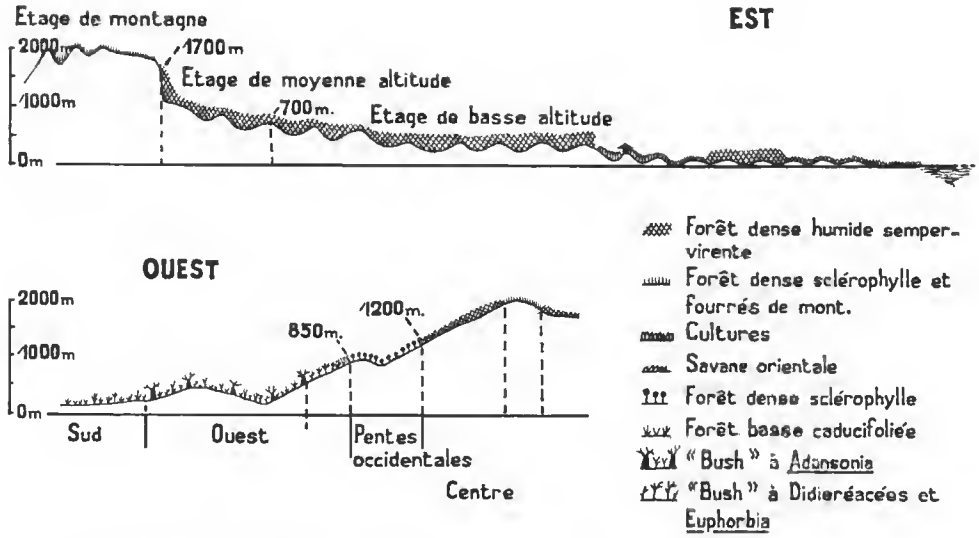

Fig. 13. — Étagement sur le versant est, à la latitude de Manantenina.
Étagement sur le versant ouest de l'Andohahelo (H. Humbert, 1935).

1. D'où le terme de « silve » proposé par H. Perrier de la Bathie (1921 : 146-147) : « ce n'est ni une vraie forêt, car la futaie est trop basse, ni un vrai « bush », car on y peut encore distinguer deux étages. C'est une végétation intermédiaire, plus proche pourtant de la forêt que des broussailles ».

sur les crêtes et certaines pentes n'en permettent plus l'existence. Elles peuvent être considérées comme des paraclimax [1].

— Jusqu'à 2 000 mètres, originellement, les plaques de rochers sont riches en éléments ligneux, la végétation marécageuse ripicole est très limitée et les arbustes y abondent également. Les plantes caractéristiques de ces milieux sont alors très localisées.

— Grâce à ces observations et à ce que nous avons pu observer dans le massif de l'Ankaratra, nous pouvons affirmer d'une façon certaine que les formations herbeuses de l'Andringitra étudiées l'an dernier (en particulier sur le plateau d'Andohariana entre 2 000 et 2 100 m) sont d'origine secondaire, ainsi qu'une grande partie des fourrés, actuels stades de reconstitution du climax [2].

Comme nous l'avions suggéré (R. Paulian et coll., 1971 : 248), il paraît certain que l'absence de végétation forestière au-dessus de 2 300 m (limite inférieure de la grande zone rocheuse continue) dans l'Andringitra ne tient qu'à l'absence de sol.

— De ce fait il n'existe pas d'étage de haute montagne à Madagascar [3], cet étage étant, pour le botaniste, caractérisé par l'absence totale d'arbres à l'exception des *Senecio* et *Lobelia* géants, inexistants à Madagascar.

Par contre, la nature même de ces sommets, la discontinuité de la végétation, les surfaces importantes occupées par les groupements ouverts que sont les forêts sclérophylles, les fourrés, les groupements rupicoles, ripicoles ou de marais, ont permis l'implantation de plantes indéniablement de hautes montagnes qui y ont trouvé, au-dessous de leur limite normale, des stations favorables.

Étagement

L'étagement sur le versant oriental de Madagascar est, classiquement (dernière mise au point dans H. Humbert, 1965), le suivant :

— étage de basse altitude (0-800 m) ;
— étage de moyenne altitude (800-1 800 m) ;
— étage de montagne (au-dessus de 1 800 m).

Il nous semble judicieux d'abaisser légèrement les limites dans le nord de la chaîne Anosyenne à 700 et 1 700 m. Plus au sud, H. Humbert (1935 : 582) fixait cette limite à 600 m en notant que « la transition entre la forêt du domaine oriental et celle du domaine central (assimilable à l'étage de basse altitude et celui de moyenne altitude) se présente

1. « Groupement stable, différent du climax, et ne couronnant que les séries progressives sur les sols incapables de supporter le climax. » J. Lebrun et G. Gilbert, 1954 : 65.

2. Andringitra. Types de végétation secondaire : hauts fourrés arbustifs à *Philippia* div. sp. et bas fourrés arbustifs du plateau d'Andohariana, 2 000-2 100 m ; prairies altimontaines de Manjarivolo, 1 700-1 800 m, et du plateau d'Andohariana ; bosquet à *Agauria* d'Andohariana.

Types de végétation dégradée : forêt sclérophylle et haut fourré arbustif de Marositry, 2 000 m (R. Paulian et coll., 1971 : 236-250).

3. Et encore moins de domaine des hautes montagnes : « le concept même d'une région réunissant les étages alpins et subalpins (à Madagascar étages des montagnes et des hautes montagnes) de sommets géographiquement séparés, peut être refuté sur le plan des principes » et... « plutôt que de réunir dans une même unité chorologique des territoires éloignés sous prétexte de quelques similitudes floristiques, il nous paraît préférable de considérer un massif montagneux comme une entité phytogéographique dont les étages dépendent les uns des autres et se succèdent à la façon d'une catena, sans s'opposer ». H. Jacques Felix, 1970 : 91 et 92.

sous cette latitude déjà élevée, à une altitude un peu inférieure à celle où elle se présente vers la mi-longueur de l'île et plus au nord ».

Ceci se justifie par la latitude de la chaîne (supérieure à 24° sud), la proximité de la mer et les modifications climatiques qui en résultent.

Il était intéressant de comparer l'étagement altitudinal sur le versant oriental à ce qu'il est sur le versant occidental (H. Humbert, 1935 : 580-588, fig. 1) légèrement plus au sud. On voit alors précisément l'ambiguïté qui existe à Madagascar entre divisions phytogéographiques (Régions et Domaines) et étagement altitudinal. Ceci demandera à être étudié plus précisément.

Liste de milieux étudiés par localités

Étage de basse altitude 0-700 m

— Forêt dense humide sempervirente. ..... *F.D.H.B.A.*
  — Analalava
  — Soavala — Ranomandry
  Faciès de crête (600-700 m) *Bekazaha — Ranomandry*

Étage de moyenne altitude 700-1 700 m

— Forêt dense humide sempervirente camp 1 050 m..... *F.D.H.M.A.*
  Faciès de crête
    — sous-bois herbacé dense
    — sous-bois herbacé clair
  Faciès de ravin

Étage de montagne au-dessus de 1 700 m

— Forêt dense humide à Bambous..... *F.D.H.M.B.*
— Forêt dense humide..... *F.D.H.M.*
    orientée à l'est
    orientée à l'ouest
— Forêt dense sclérophylle..... *F.D.S.M.*
— Haut fourré arbustif..... *H.F.A.M.*
— Végétation rupicole..... *V.R.*
— Végétation liée à l'eau.....
— Recrûs après brûlis..... F.2 aire
— Végétation rupicole dégradée..... V.R.2 aire
— Végétation dégradée liée à l'eau.....

VI. COLLECTES

A. — Groupes zoologiques

Les groupes zoologiques suivants ont été récoltés :

— *Invertébrés :*

- Microarthropodes et faune du sol en général : J.-M. Betsch.
- Lépidoptères : P. Griveaud et Rakotoarisolo.

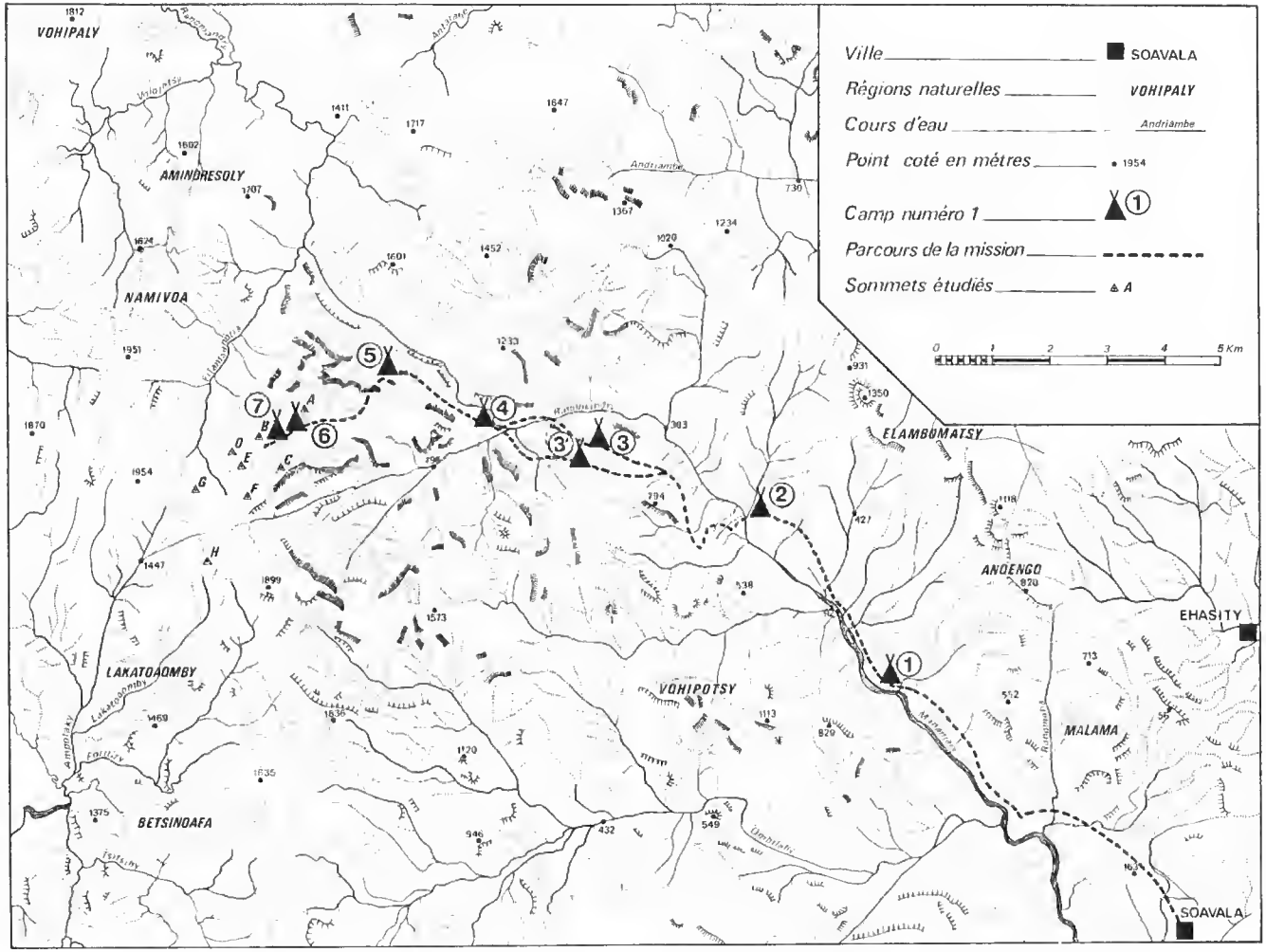

Fig. 14. — Localisation des principaux points de récolte dans le massif nord des chaînes Anosyennes.

- Coléoptères et autres ordres d'Insectes Ptérygotes : A. Peyrieras et P. Soga.
- Crustacés Décapodes : C. P. Blanc.
- Gastropodes terrestres : C. P. Blanc.

— *Vertébrés :*

- Batraciens et Reptiles : C. P. Blanc.

Les méthodes utilisées sont les mêmes que celles de la précédente campagne (voir R. Paulian et coll., 1971).

B. — Localisation
(Fig. 2 et 14)

Tableau VII. — Principales localités où ont été effectuées les collectes.

Localités	Altitudes (m)	Caractéristiques
Sainte-Luce	5 à 12	Forêt littorale
Analalava	20 à 50	Forêt de basse altitude
Soavala	50	Formations secondaires près du village
Camp 1 : Ambana	90	Forêts des premières pentes (étage de basse altitude)
Camp 2 : Bekazaha	200	
Camp 3 et 3 bis	700-750	
Camp 4 : Ranomandry	550	
Camp 5 :	1 050	Forêt de moyenne altitude
Camp 6 :	1 940	Formations rupicoles et herbacées
Camp 7 :	1 900	Forêt dense humide de montagne
Sommets A à G	1 900-1 964	Formations rupicoles et herbacées à divers stades de dégradation. Forêt sclérophylle et fourrés arbustifs

Remerciements

Comme pour la campagne précédente, nous avons l'agréable devoir de remercier les autorités civiles et militaires de la République Malgache, les amis et la population de la région visitée et les responsables de l'ORSTOM pour leur aide constante, efficace et éclairée sans laquelle notre travail eût été impossible.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Battistini, R., 1964. — L'extrême-Sud de Madagascar. I. Le relief de l'intérieur. Cujas éd., 340 p.

Bazot, G., 1971. — Étude géologique et prospection au 1/100 000 de la feuille Ranomafano du Sud (N. 61), rapport annuel, Service Géologique Tananarive : 67-75, 1 carte, 1 coupe.

Besairie, H., 1944. — Carte géologique Manantenina au 1/200 000e.

— 1944. — Carte géologique Fort-Dauphin au 1/200 000e.

— 1948. — Recherche géologique à Madagascar, 2e suite, l'extrême-Sud et le Sud-Est. 2 vol., 304 p., 1 carte.

Bosser, J., 1969. — Graminées des pâturages et des cultures à Madagascar. *Mém. ORSTOM*, **35**, 440 p.

Guillaumet, J.-L., et J. Koechlin, 1971. — Contribution de Madagascar à la définition des types de végétation dans les régions tropicales. *Candollea*, **26** (2) : 263-277.

Humbert, H., 1935. — L'extinction des derniers vestiges de certains types de végétation autochtone à Madagascar. *Archs Mus. natn. Hist. nat., Paris*, sér. 6, **12** : 569-587.

— 1941. — Le massif de l'Andohahelo et ses dépendances (Madagascar, Réserve naturelle no XI). *C. r. Soc. Biogéogr.*, **18** : 31-37.

Jacques-Felix, M., 1970. — Contribution à l'étude des Umbelliferae au Cameroun. *Adansonia*, n.sér., **10** (1) : 35-94.

Noizet, G., 1954. — Carte géologique Marohotro au 1/100 000e.

— 1955. — Carte géologique Behara-Ranopiso au 1/100 000e.

— 1959. — Les formations de métamorphisme d'intensité élevée de l'Androy mandraréen (Sud-Est de Madagascar). Thèse doct. Univ., Nancy, 159 p.

— 1969. — Contribution à l'étude géochimique des formations métamorphiques du faciès granulite dans le Sud de Madagascar. Thèse doct. État, Nancy, 185 p., 37 fig.

Paulian, R., 1955. — Une excursion à l'Andohahelo. *L'Entomologiste*, **11** : 1-5, 4 pl.

Paulian, R., J.-M. Betsch, J.-L. Guillaumet, Ch. Blanc et P. Griveaud, 1971. — Étude des écosystèmes montagnards dans la région malgache. I. Le massif de l'Andringitra. 1970-1971. Géomorphologie, climatologie et groupements végétaux. *Bull. Soc. Écol.*, **2** (2-3) : 189-266.

Perrier de la Bathie, H., 1921. — La végétation malgache. *Annls Mus Colon. Marseille*, 3e sér., **9**, 268 p.

— 1946. — Restionacées. 34e famille. Flore de Madagascar et des Comores (Plantes vasculaires), Tananarive, 7 p.

Roche, H. de la, 1956. — Géologie et minéralisation des chaînes anosyennes. *Trav. Bureau Géologique, Tananarive*, **76**, 57 p., 14 pl.

— 1958. — Étude géologique de l'extrême Sud-Est de Madagascar, zone d'intensité métamorphique élevée. Thèse doct. État, Nancy, 110 p., 14 pl.

Roche, H. de la, et J. Marchal, 1956. — Carte géologique Manantenina Fort-Dauphin au 1/200 000e.

Manuscrit déposé le 10 novembre 1972

Bull. Mus. Hist. nat., Paris, 3e sér., no 118, janv.-févr. 1973,
Écologie générale 1 : 1-40.

IMPRIMERIE NATIONALE

3 564 001 5

Recommandations aux auteurs

Les articles à publier doivent être adressés directement au Secrétariat du *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris. Ils seront accompagnés d'un résumé en une ou plusieurs langues. L'adresse du Laboratoire dans lequel le travail a été effectué figurera sur la première page, en note infrapaginale.

Le *texte* doit être dactylographié à double interligne, avec une marge suffisante, recto seulement. Pas de mots en majuscules, pas de soulignages (à l'exception des noms de genres et d'espèces soulignés d'un trait).

Il convient de numéroter les *tableaux* et de leur donner un titre ; les tableaux compliqués devront être préparés de façon à pouvoir être clichés comme une figure.

Les *références bibliographiques* apparaîtront selon les modèles suivants :

Bauchot, M.-L., J. Daget, J.-C. Hureau et Th. Monod, 1970. — Le problème des « auteurs secondaires » en taxionomie. *Bull. Mus. Hist. nat., Paris*, 2e sér., **42** (2) : 301-304.

Tinbergen, N., 1952. — The study of instinct. Oxford, Clarendon Press, 228 p.

Les *dessins* et *cartes* doivent être faits sur bristol blanc ou calque, à l'encre de chine. Envoyer les originaux. Les *photographies* seront le plus nettes possible, sur papier brillant, et normalement contrastées. L'emplacement des figures sera indiqué dans la marge et les légendes seront regroupées à la fin du texte, sur un feuillet séparé.

Un auteur ne pourra publier plus de 100 pages imprimées par an dans le *Bulletin*, en une ou plusieurs fois.

Une seule épreuve sera envoyée à l'auteur qui devra la retourner dans les quatre jours au Secrétariat, avec son manuscrit. Les « corrections d'auteurs » (modifications ou additions de texte) trop nombreuses, et non justifiées par une information de dernière heure, pourront être facturées aux auteurs.

Ceux-ci recevront gratuitement 50 exemplaires imprimés de leur travail. Ils pourront obtenir à leur frais des fascicules supplémentaires en s'adressant à la Bibliothèque centrale du Muséum : 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris.

MUSEUM
NATIONAL
D'HIST.NAT.